

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN
WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE
BERBASIS ATMEGA 8535**

SKRIPSI



**Disusun oleh :
Norido
NIM. 0317008**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

LEMBAR PERSETUJUAN

**RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN
WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE
BERBASIS ATMEGA 8535**

SKRIPSI

**Disusun dan diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
gelar Sarjana Teknik**

Disusun oleh :

**Norido
NIM. 0317008**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1



**M. Ibrahim Ashari, ST, MT
NIP.P.1030100358**

Diperiksa dan Disetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

**(Ir. Taufik Hidayat, MT)
NIP. 1018700151**

**(Sot'yohadi, ST)
NIP. 1039700309**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1
KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2013**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Norido

NIM : 0317008

Program Studi : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bahwa Skripsi yang saya buat adalah hasil karya sendiri, tidak merupakan plagiasi dari karya orang lain. Dalam Skripsi ini tidak memuat karya orang lain, kecuali dicantumkan sumbernya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat, dan apabila di kemudian hari ada pelanggaran atas surat pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksinya.

Malang, 29 Juli 2013

Yang membuat Pernyataan,

METERAI
TEMPEL
NOMOR PERSEKUTUAN
A35C7AAF42B476408
6000
Norido
NIM : 0317008

ABSTRAK

RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535

Norido, NIM. 0317008

Dosen Pembimbing : Ir. Taufik Hidayat, MT dan Sotyo Hadi, ST

Drag race adalah salah satu cabang olahraga otomotif yang mengutamakan waktu tempuh dan kecepatan kendaraan yang dipertandingkan, sesuai regulasi yang telah ditetapkan, sehingga diperoleh waktu tercepat.

Untuk mendapatkan waktu tempuh dan kecepatan yang tepat, maka dibutuhkan alat ukur waktu dan kecepatan yang mudah dan akurat. Namun alat ukur pada *drag race* sekarang tidak dapat langsung bisa mengirim informasi waktu tempuh dan kecepatan pada kesetiap pembalap untuk di informasikan ke masing-masing *team*. Namun setiap ofisial *team* harus mengecek ke panitia lomba untuk mendapatkan informasi waktu dan kecepatan pembalap. Sehingga cara tersebut sangat tidak efisien waktu.

Pada penelitian ini penulis akan merancang dan membuat alat ukur waktu tempuh dan penghitung kecepatan yang dapat langsung bisa mengirimkan informasi ke panitia dan ke setiap ofisial *team*, dengan menggunakan sensor *infrared* dan photodiode sebagai detektor waktu tempuh sehingga diperoleh perhitungan kecepatan pada setiap pembalap. Untuk memproses data dari hasil waktu tempuh yang diperoleh setiap pembalap digunakan mikrokontroler Atmega 8535. Kemudian data hasil waktu tempuh perhitungan kecepatan dikirim melalui koneksi *wireless x-bee* untuk ditampilkan pada display.

Kata kunci :

Drag Race, Sensor Kecepatan, Komparator, X-bee, ATmega 8535, penghitungan kecepatan dan waktu

ABSTRACT

Drag race is one automotive sports and travel time by prioritising the vehicle speed, is played appropriate regulation that has been set so acquired the fastest time.

To gain time travel and right speed it takes a measuring instrument time and ease and rapidity accurate. But a measuring instrument in drag race now cannot directly could send information and travel time the velocity at kesetiap racers to inform each team. But every official team competition committee must check into to get information time and speed racers. That means is very inefficient time.

In this research writer will design and make a measuring instrument travel time and coalition the speed with which can directly can transmit the information into the committee and into every official teams, by means of the sensors infrared and photodiode as a detector travel time in order to obtain the calculation of the velocity at any racers. To process data from the travel time obtained any racers used mikrokontroler atmega 8535. Then the results of the travel time of reckoning speed shipped through a wireless connection x-bee to be shown on display.

Keyword :*Drag Race, infrared sensor, Komparator, X-bee, ATmega 8535, calculation speed and time*

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penelitian berjudul Perancangan dan Pembuatan alat rancang bangun alat pengukur kecepatan dan waktu pada drag race melalui koneksi x-bcc berbasis ATmega 8535 dapat terselesaikan.

Penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar sarjana teknik. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kami sampaikan pada:

1. **Bapak Ir. Seoparno Djiwo, MT selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang**
2. **Bapak Ir. Anang Subardi, MT Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang**
3. **Bapak M. Ibrahim Ashari, ST, MT Ketua Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknik Nasional Malang**
4. **Bapak Dr. Eng Aryuanto Soetedjo, ST, MT selaku Sekertaris Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknik Nasional Malang**
5. **Bapak Ir. Taufik Hidayat, MT selaku Dosen pembimbing I dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknik Nasional Malang**
6. **Bapak Sotyohad, ST selaku Dosen pembimbing II dari Jurusan Teknik Elektro S-1 Institut Teknik Nasional Malang**
7. **Semua Pihak yang telah membantu dalam penulisan dan penyusunan penelitian ini.**

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan untuk penelitian ini.

Malang, Februari 2013

Penulis

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan Seizin Allah S.W.T
Skripsi ini saya Persembahkan Kepada
Bapak dan ibu Saya yang tercinta,

Serta untuk kelangsungan Perkembangan
Ilmu pengetahuan
Dan Teknonologi di Indonesia.

Dari NCRJDC

DAFTAR ISI

Lembar Persetujuan.....	iii
Abstrak	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
BAB I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah	2
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
1.7 Tinjauan Pustaka.....	5
1.7.1 Komunikasi data	5
1.8 Desain Sistem	5
BAB II Tinjauan Pustaka.....	6
2.1 Drag Race	6
2.1.1 Lintas untuk drag race.....	6
2.1.2 peserta	6
2.1.3 Kelas kelas utama	7
2.1.4 Tata cara lomba.....	7
2.1.5 Spesifikasi gerbang start dan lampu start.....	8
2.1.6 Peraturan teknik motor drag race.....	8
2.1.7 IMI	9
2.2 Sensor Kecepatan.....	10

2.3	Pengukur kecepatan benda bergerak	11
2.4	Inframerah	12
2.4.1	Penggolongan infrared	12
2.4.2	Konektivitas infrared.....	13
2.4.3	Pembagian jarak infrared	15
2.4.4	Kelebihan dan kekurangan infrared	15
2.5	Photodiode.....	16
2.6	Komparator.....	18
2.7	Mikrokontroler Atmega 8535	18
2.8	Konstruksi ATmega8535	19
2.9	X-Bee	24
2.9.1	Modul wireless radio frekuensi 2.4Ghz x-bee pro.....	25
BAB III Perancangan Dan Pembuatan Alat		26
3.1	Desain Alat	26
3.2	Diagram Blok.....	27
3.2.1	Flowchart.....	29
3.3	Perancangan Perangkat Keras.....	31
3.3.1	Rangkaian sensor	31
3.3.2	Rangkaian Komparator	33
3.3.3	Rangkaian Mikrokontroler	36
3.3.4	Rangkaian X-bee.....	37
3.3.5	X-bee transmitter	37
3.3.6	X-bee receiver	38
3.3.7	Rangkaian Keseluruhan.....	39
BAB IV Pengujian Alat.....		40
4.1	Pengujian Rangkaian.....	40
4.1.1	Tujuan pengujian Sensor dan komparator.....	40

4.1.2 Peralatan yang digunakan.....	40
4.1.3 Prosedur pengujian.....	41
4.1.4 Hasil pengujian	41
4.1.5 Pengujian mikrokontroler.....	43
4.1.6 Pengujian X-bee.....	44
4.1.7 Tujuan pengujian	45
4.1.8 Peralatan yang digunakan.....	45
4.1.9 Prosedur pengujian.....	45
4.1.10 Hasil pengujian.....	46
4.2 Pengoperasian Alat	46
4.3 Pengujian Alat	46
4.3.1 Pengujian Keseluruhan Sistem	47
4.3.2 Pengujian dan pengukuran waktu tempuh dan kecepatan.....	47
4.3.3 Pengujian software.....	47
4.3.4 Foto keseluruhan rangkain alat.....	52
BAB V Penutup	53
5.1 Kesimpulan.....	53
5.2 Saran.....	53
Daftar Pustaka.....	51

DAFTAR TABEL

Tabel 4-1 Hasil pengujian waktu dan kecepatan	49
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Rangkaian sensor kecepatan.....	10
Gambar 2-2 Modulasi Sinyal Infrared	13
Gambar 2-3 Timing Diagram sinyal Infrared	14
Gambar 2-4 Pulse Dan Sinyal Carrier.....	14
Gambar 2-5 Sistem Alur Sederhana Proses Kirim Data Sensor Infrared	15
Gambar 2-6 Simbol Photodiode	17
Gambar 2-7 Bentuk Fisik Photodiode.....	17
Gambar 2-8 Komparator	18
Gambar 2-9 Konfigurasi Pin Atmega 8535 pin.....	21
Gambar 2-10 Pin konfigurasi X-bee Pro.....	24
Gambar 2-11 Keterangan Pin Konfigurasi X-bee Pro	25
Gambar 2-12 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul X-bee.....	25
Gambar 2-13 X-BEE.....	25
Gambar 3-14 Rangkaian sensor inframerah.....	31
Gambar 3-15 Rangkaian komparator.....	33
Gambar 3-16 Rangkaian mikrokontroler	36
Gambar 3-17 Rangkaian x-beetransmitter.....	37
Gambar 3-18 Rangkaian x-bee receiver.....	38
Gambar 3-19 Rangkaian keseluruhan.....	39
Gambar 4-20 Output sensor saat tidak terhalang.....	41
Gambar 4-21 Output komparator terhalang.....	41
Gambar 4-22 Output sensor saat terhalang	42
Gambar 4-23 Output komparator saat tidak terhalang.....	42
Gambar 4-24 Alur program mikro	43
Gambar 4-25 Sistem minimum x-bee	44
Gambar 4-26 Settingan modul x-bee	45
Gambar 4-27 Hasil pengujian waktu dan kecepatan pertama	47
Gambar 4-28 Hasil pengujian waktu dan kecepatan kedua.....	48
Gambar 4-29 Hasil pengujian waktu dan kecepatan ketiga	48
Gambar 4-30 Foto Keseluruhan rangkaian alat	52

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini perkembangan dunia teknologi semakin pesat, tidak hanya dapat dilihat pada peralatan elektronik yang beragam, namun penggunaan teknologi yang juga semakin canggih, hal ini dapat kita amati dari banyak peralatan yang dulunya masih manual kini sudah menjadi otomatis. Hal ini semakin membuktikan bahwa kecanggihan teknologi sangat dibutuhkan oleh para pengguna dalam memperoleh hasil secara menyeluruh dengan cepat, sehingga diharapkan dapat membantu dan mempermudah pekerjaan yang dilakukan oleh manusia menjadi lebih praktis, ekonomis dan efisien.

Dalam kehidupan sehari-hari, semua orang pasti memerlukan informasi yang cepat, tepat, dan akurat. Dalam bidang olah raga khususnya dunia olahraga balap motor, teknologi sangat penting sekali untuk membantu mempermudah segala informasi yang diperlukan oleh panitia penyelenggara maupun para tim peserta. Sebagai contoh dari hasil pengamatan yang dilakukan dalam *event* balap motor atau dragrace, para peserta masih kesulitan dalam mencari informasi mengenai catatan waktu dan kecepatan yang diperoleh dari hasil akhir setiap pertandingan balap. Setiap tim harus mendatangi tempat panitia untuk mencari dan mendapatkan informasi dari hasil pertandingan balap motor yang telah berlangsung. Maka agar semua hasil informasi dapat langsung diakses oleh semua tim secara cepat ditempat *pitstop*, tanpa harus bersusah payah mendatangi tempat panitia, desain sistem ini bisa membantu mempermudah dalam penyajian setiap informasi yang dibutuhkan. Selain itu bisa menjadi bahan analisa bagi setiap tim agar lebih mengetahui kemampuan motor dan pembalap, maka dibuat rancangan alat ini untuk mempermudah peserta mendapatkan informasi yang dibutuhkan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, telah diambil permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

- a. Cara menghubungkan sensor dengan mikrokontroler yang terkoneksi x-bee dan transmitter.
- b. Bagaimana cara menampilkan hasil pengukuran kecepatan dan waktu yang akan ditampilkan di display.

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dalam pembangunan desain sistem alat ini adalah:

- a. Mengembangkan teknik pengendalian informasi data dengan menggunakan komunikasi serial x-bee sebagai perantara transmisi data secara wireless.
- b. Memberikan informasi yang cepat, tepat dan akurat kepada tim peserta *drag race*.
- c. Memudahkan panitia untuk memberikan informasi mengenai hasil pengukuran kecepatan dan waktu kepada setiap tim peserta *drag race*.

1.4 Batasan Masalah

Agar permasalahan mengarah sesuai dengan tujuan yang diharapkan, maka pembahasan diatasi oleh hal-hal sebagai berikut :

- a. Menggunakan sensor led *inframerah* sebagai transmitter dan photodiode sebagai receiver.
 - b. Pengiriman informasi data yang terbaca oleh sensor dengan menggunakan x-bee sebagai media komunikasi data.
 - c. Penggunaan Mikrokontroler ATmega 8535 sebagai pemroses dan pengontrol setiap informasi data.
-

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Studi literatur

Pengumpulan data yang dilakukan dengan mencari bahan-bahan kepustakaan dan referensi dari berbagai sumber sebagai landasan teori yang ada hubungannya dengan permasalahan yang dijadikan objek penelitian.

b. Analisa Kebutuhan Sistem

Data dan informasi yang telah diperoleh akan dianalisa agar didapatkan kerangka global yang bertujuan untuk mendefinisikan kebutuhan sistem di mana nantinya akan digunakan sebagai acuan perancangan sistem.

c. Perancangan dan Implementasi

Berdasarkan data dan informasi yang telah diperoleh serta analisa kebutuhan untuk membangun sistem ini, akan dibuat rancangan kerangka global yang menggambarkan mekanisme dari sistem yang akan dibuat dan diimplementasikan kedalam sistem.

d. Eksperimen dan Evaluasi

Pada tahap ini, sistem yang telah selesai dibuat akan diuji coba, yaitu pengujian berdasarkan fungsionalitas program, dan akan dilakukan koreksi dan penyempurnaan program jika diperlukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dan memahami pembahasan penulisan skripsi ini, makasistematika penulisan disusun sebagai berikut :

- Bab I : Pendahuluan
 Berisi Latar Belakang, Rumusan Masalah, Tujuan Penelitian, Pembatasan Permasalahan, Metode Penelitian dan Sistematika Penulisan.
- Bab II : Tinjauan Pustaka
 Berisi tentang landasan teori mengenai permasalahan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
- Bab III : Perancangan dan Analisa Sistem
 Dalam bab ini berisi mengenai analisa kebutuhan sistem baik software maupun hardware yang diperlukan untuk membuat kerangka global yang menggambarkan mekanisme dari sistem yang akan dibuat.
- Bab IV : Pembuatan dan Pengujian Sistem
 Berisi tentang implementasi dari perancangan sistem yang telah dibuat serta pengujian terhadap sistem tersebut.
- Bab V : Penutup
 Merupakan bab terakhir yang memuat intisari dari hasil pembahasan yang berisikan kesimpulan dan saran yang dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.
-

1.7 Tinjauan Pustaka

1.7.1 Komunikasi data

Dalam ilmu komunikasi data, data berarti informasi yang disajikan dalam bentuk isyarat digital biner. Pada dasarnya komunikasi data merupakan proses pengiriman informasi diantara dua titik menggunakan kode biner melewati saluran transmisi dan peralatan switching, bisa antara komputer dan komputer, komputer dengan terminal, atau komputer dengan peralatan, atau peralatan dengan peralatan. Dijaman yang modern ini, komunikasi data tidak hanya dapat dilakukan oleh komputer dengan komputer, tetapi juga dengan peralatan komunikasi lain yang mendukung untuk melakukan komunikasi data. Untuk mengkomunikasikan data dari satu tempat ke tempat yang lainnya minimal harus memiliki tiga elemen, yaitu:

- Sumber data (*source*)
- Media transmisi (*transmission media*)
- Penerima (*receiver*)

Apabila salah satu elemen tidak ada, maka komunikasi tidak dapat dilakukan.

1.8 Desain Sistem

Disaat pembalap sudah berada pada posisi garis start, sensor sudah pada posisi on. Sensor akan dipasang dalam titik tertentu mulai dari titik 0 meter , pada posisi titik 150 meter, dan titik garis finish pada posisi 200 meter. Sensor pada titik 0 meter dipasang untuk bertujuan sebagai pencatat waktu awal saat kondisi motor akan start. Selain itu juga bisa untuk mencegah pembalap melakukan *jump start* yang dianggap menyalahi peraturan. Sensor yang dipasang pada titik 150 meter bertujuan untuk mencatat kecepatan dan waktu pembalap pada saat posisi *top gear* motor balap, sedangkan sensor yang dipasang dititik 200 meter akan mencatat hasil akhir pencatatan kecepatan dan waktu yang telah ditempuh dari hasil akhir balap. Sensor-sensor tersebut nantinya akan dipasang ditepi lintasan balap dengan ketinggian pada posisi 3cm, dari permukaan aspal lintasan. Kemudian data yang terecatat oleh sensor diinputan ke mikrokontroler untuk diproses sesuai program yang diinginkan, kemudian di kirim ke x-bee dan di pancarkan secara *broadcast* ke semua receiver x-bee dan diproses lagi oleh mikrokontroler untuk menampilkan hasil pengukuran kecepatan dan waktu

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Drag Race

Drag race adalah kejuaraan mengendarai sepeda motor dengan kecepatan tinggi yang dilakukan didalam sebuah lintasan pacu aspal yang tertutup yang terdiri dari dua buah jalur lurus sejajar dengan panjang yang sama.

2.1.1 Lintas untuk drag race

- a. Lintasan terdiri dari dua buah jalur dengan lintasan pacu dari Garis *Start* sampai dengan Garis *Finish* sepanjang 201 meter dan panjang lintasan pengereman sepanjang 201 meter.
- b. Lebar lintasan pacu minimal 4 meter tiap jalur.
- c. Lintasan harus bebas dari halangan/hambatan, dengan kondisi jalur aspal yang datar dan rata.
- d. Lintasan pacu dan pengereman harus diberi pemisah jalur yang tidak menghalangi pandangan dengan ban atau karung dengan tinggi minimal 60 cm.
- e. Lintasan pacu dan pengereman yang berbatasan dengan penonton wajib dipisahkan dengan pagar pembatas yang tertutup rapat, Minimal 1,5 meter dari tepi jalur lintasan.
- f. Dibelakang garis start harus disediakan daerah untuk persiapan, line up dan start dengan minimal panjang 10 meter.

2.1.2 peserta

- a. Peserta wajib memiliki (KIS) Kartu Izin Start.
- b. Setiap peserta hanya diijinkan untuk mengikuti maksimal 3 kelas utama.
- c. Setiap peserta diwajibkan memakai satu nomor start di setiap kelas yang diikuti.
- d. Setiap peserta hanya boleh mendaftar satu kali di kelas yang sama.
- e. Setiap peserta wajib mendaftar minimal satu kelas di kelas utama.
- f. Penggantian peserta sesudah scruttining dilarang keras.

2.1.3 Kelas kelas utama

Kelas-kelas utama yang dilombakan untuk kejuaraan nasional *Drag Race* adalah :

- Kelas Campuran 250 cc 2 Langkah *Tune Up*
- Kelas Bebek 125 cc 4 Langkah *Tune Up*
- Kelas Sport 150 cc 2 Langkah *Tune Up*
- Kelas Bebek 125 cc 2 Langkah *Tune Up*

Adapun kelas-kelas lainnya merupakan kelas pendukung, batas kapasitas silinder

Kelas Campuran	250 cc	2 Langkah <i>Tune Up</i> :	80 cc s/d 250 cc
Kelas Bebek	125 cc	4 Langkah <i>Tune Up</i> :	80 cc s/d 130 cc
Kelas Sport	150 cc	2 Langkah <i>Tune Up</i> :	135 cc s/d 155 cc
Kelas Bebek	125 cc	2 Langkah <i>Tune Up</i> :	80 cc s/d 125 cc

2.1.4 Tata cara lomba

- Lomba dilaksanakan dalam 2 *heat*.
 - Urutan start *Heat* kedua berdasarkan hasil dari *Heat* Pertama. Waktu terkecil pertama *start* dahulu, dilanjutkan urutan waktu terkecil kedua dan seterusnya.
 - Pada saat peserta masuk ke area *starting*, peserta akan ditentukan panitia jalur mana yang akan dipergunakan peserta tersebut (jalur A atau B), dengan jalur yang berbeda setiap *heat*.
 - Peserta wajib membawa kendaraannya dan hadir ditempat *start* sesuai dengan jadwal start untuk kelas tersebut.
 - Peserta yang terlambat hadir 5 menit setelah peserta terakhir didalam kelas tersebut dianggap mengundurkan diri.
 - Tidak diperbolehkan memperbaiki kendaraan di area *starting*.
 - Tidak diperbolehkan memindahkan gigi dengan tangan.
 - Kedua tangan harus memegang stang kendaraan dan tidak diperbolehkan mengangkat kaki, baik sebelah maupun kedua-duanya keatas jok.
 - Peserta yang mencuri start langsung dikenakan sanksi diskualifikasi.
-

- j. *Start* dilakukan dalam keadaan mesin hidup atau menyala.
- k. Perlombaan ini terdiri dari dua heat yang mengambil waktu tempuh tercepat dalam detik dan pecahannya (*Best time*).
- l. Pencatatan waktu dilakukan digaris Finish yang dilakukan dengan alat cetak dan didukung pencatatan biasa (alat cetak waktu bukan suatu keharusan).
- m. Hasil waktu tempuh peserta yang dikeluarkan oleh kamar hitung adalah mutlak dan tidak dapat diprotes atau diganggu gugat.
- n. Jika terjadi nilai waktu yang sama, pemenang ditentukan dari catatan waktu yang terbaik di heat kedua.
- o. Bila masih sama, untuk menentukan pemenang dilihat dari kapasitas cc yang lebih kecil.
- p. Ada atau tidaknya suatu protes panitia berhak memerintahkan pembongkaran mesin kendaraan peserta. Sanksi :diskualifikasi.

2.1.5 Spesifikasi gerbang start dan lampu start

Berada ditengah lintasan berjarak 3-4 meter 2-2,5 meter dari permukaan lintasan dari garis/gerbang start dengan ketinggianstart berupa 2 garis lurus sejajar melintang dilintasan dengan jarak 50 cm pada saat peserta melakukan start roda depan berada diantara 2 garis tersebut dalam keadaan diam atau statis sensor *jump start* sejajar dengan garis luar. Start dilakukan pada saat lampu merah padam (apabila menggunakan lampu merah) atau pada saat lampu hijau menyala (apabila menggunakan *system Christmas Tree*).

2.1.6 Peraturan teknik motor drag race

Kendaraan yang diperbolehkan turut serta adalah semua sepeda motor yang diproduksi negara Asia, kecuali pada kelas campuran. Untuk semua kelas, ketentuan masalah teknik kendaraan yang boleh dirubah atau diganti adalah kapasitas mesin sesuai dengan kelasnya masing-masing pelek depan dan belakang diperbolehkan diganti dengan minimum 16 inci dan maksimum 19 inci dan merupakan inci dan merupakan pelek untuk sepeda motor ban bebas, baik *slick* maupun non *slick*. Akan tetapi harus mempunyai kedalaman minimal 2mm dan merupakan ban untuk sepeda motor, dengan ukuran minimal 2.00 ukuran-ukuran ban minimal 50/90 – 17 depan ukuran-ukuran ban minimal 60/90 – 17 belakang *spatbord* depan harus terpasang boleh dirubah/diganti. rem depan dan belakang harus terpasang dan berfungsi sempurna. Rangka diperbolehkan dibor, dengan batasan minimal 10 cm dari sambungan rangka suspensi depan dan belakang boleh dirubah atau diganti, akan tetapi sistem suspensi depan harus

merupakan jenis *telescopic* dengan *hydraulic* atau *friction dumping* dan tidak membahayakan peserta. diperbolehkan memasang *stabilisator* Suspensi depan mempunyai spasi gerak peredaman minimal 5 cm. Panjang atas sisa as suspensi depan tidak boleh menonjol lebih dari 5 cm di atas stang dan diberi tutup pengaman. Suspensi belakang boleh dirubah atau diganti dari suspensi ganda menjadi *monoshock* atau sebaliknya dari *monoshock* menjadi ganda tangki bahan bakar boleh dirubah atau diganti tetapi harus terpasang dengan kuat pada rangkadan bahan bakar tidak mudah tumpah, di mana pengganti tangki tidak boleh terbuat dari bahan plastik (tabung oli, jerigen dan lain-lain dilarang, kecuali bawaan dari pabrik) dan harus mempunyai katup/kran pembuka dan penutup tangki bahan bakar tidak boleh merupakan bagian dari kerangka/frame kendaraan wajib memasang tombol *cut off* (pemutus arus) untuk mematikan mesin. Jok boleh dirubah atau diganti dan dirancang supaya pengendara aman dan nyaman duduk pada posisinya, harus terpasang kuat dengan ketebalan minimum 3 cm, serta harus mempunyai rangka tersendiri. Posisi pijakan kaki *footstep* boleh dirubah atau diganti pipa knalpot boleh diganti, tetapi panjangnya ke belakang tidak melebihi ban belakang dan tidak mengenai pengendara, tangki bahan bakar atau ban ujung stang *handlebar* harus tertutup karet, sedangkan ujung batang handle rem dan kopling harus bundar, tidak boleh lancip dan runcing diperbolehkan untuk melakukan modifikasi/perubahan untuk seluruh bagian dalam mesin dan persneling (*gear box*). Stang stir (pengemudi) boleh dirubah pakai sistem stang jepit kedudukan tempat pijak (*footstep*) boleh dirubah/dipindahkan kedudukannya wajib membuat papan nomor untuk didepan motor boleh rata atau melengkung berat kendaraan ditambah pembalap sesuai dengan kelas-nya berat kering (tanpa bahan bakar)

2.1.7 IMI

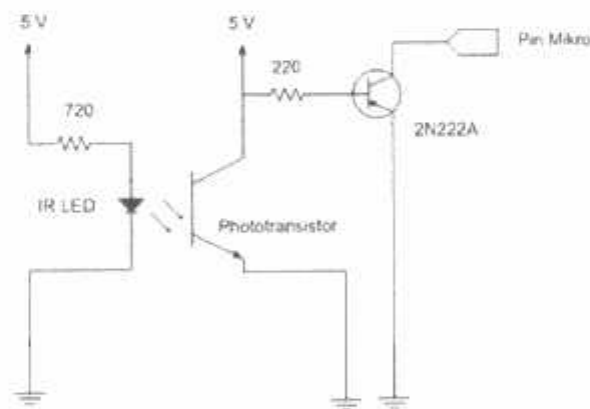
Ikatan Motor Indonesia merupakan satu-satunya organisasi olahraga kendaraan bermotor yang telah diakui oleh FIA, FIM dan CIK (induk organisasi olahraga kendaraan bermotor dunia) serta KONI (induk organisasi olah raga indonesia), yang berhak dan berwenang untuk mengawasi dan memimpin seluruh kegiatan perlombaan-perlombaan kendaraan bermotor di Indonesia.

2.2 Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan adalah sebuah sensor untuk mengukur kecepatan pada material/benda yang akan diukur atau diuji. Kecepatan adalah jarak yang ditempuh oleh suatu benda dalam suatu waktu. Kecepatan yang biasa diukur dalam satuan kecepatan yaitu :

- Meter per detik dengan simbol m/detik
- Kilometer per jam dengan simbol km/jam atau kph
- Mil per jam dengan simbol mil/jam atau mph
- Knot merupakan singkatan dari nautical mile per jam
- Mach yang diambil dari kecepatan suara. Mach 1 adalah kecepatan suara.
- Kecepatan cahaya atau disebut juga sebagai konstanta cahaya dinyatakan dengan symbol C

Prinsip kerja dari sensor ini adalah sebagai berikut saat rangkaian sumber cahaya diberikan V_{CC} 5 Volt dan menghasilkan cahaya, cahaya masuk pada photodiode tidak terhalangi maka akan menghasilkan tegangan sekitar 5 V dan begitu juga sebaliknya saat terhalangi maka akan menghasilkan tegangan sekitar 0 V. Dimana tegangan menjadi inputan untuk mikrokontroler. Berikut adalah gambar rangkaian sensor kecepatan yang akan digunakan.



Gambar 2-1 Rangkaian sensor kecepatan

2.3 Pengukur kecepatan benda bergerak

Kecepatan adalah perubahan posisi (perpindahan) suatu benda dibandingkan dengan waktu tempuh. sehingga dapat ditulis persamaan berikut:

$$v = \frac{S}{t}$$

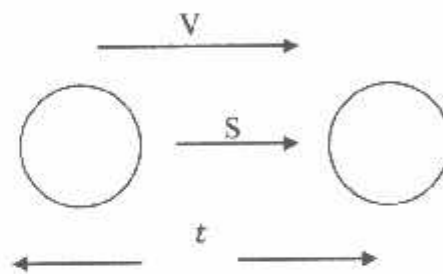
Keterangan :

S = jarak yang di tempuh (m, km)

V = kecepatan (km/jam, m/s)

t = waktu tempuh (jam, second)

Maka, yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai kecepatan (V) adalah (S) dan (t).



S merupakan konstanta, karena S merupakan jarak antara 2 sensor. Sehingga, hanya dibutuhkan timer pada mikrokontroler untuk menghitung t.

Kedua rancangan di atas membutuhkan sensor dan receiver yang tergabung dalam satu modul

2.4 Inframerah

LED Inframerah adalah sebuah benda padat penghasil cahaya, yang mendekati/menghasilkan spectrum cahaya inframerah. *LED* (diode cahaya). Inframerah menghasilkan panjang gelombang yang sama dengan yang biasa diterima oleh photodetektor silikon. Oleh karena itu *LED* infra merah bisa dipasangkan dengan foto transistor dan *photodiode*.

Komunikasi data *infrared* merupakan *device* digital pertama kali yang beredar di pasaran sehingga penggunaannya cukup memasyarakat. Inframerah (*Infrared*) ialah sinar elektromagnet yang panjang gelombangnya lebih dari pada cahaya nampak yaitu di antara 700 nm dan 1 mm sehingga sinar inframerah termasuk cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan dengan spektroskop cahaya maka radiasi cahaya inframerah akan nampak pada spectrum elektromagnet dengan panjang gelombang di atas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya inframerah ini akan tidak tampak oleh mata namun radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa atau dideteksi.

2.4.1 Penggolongan infrared

Berdasarkan daerah panjang gelombangnya, inframerah dapat dibedakan menjadi tiga daerah yakni :

- a. *Near Infrared* dengan daerah panjang gelombang 0.75 - 1.5 μm .
- b. *Mid Infrared* dengan daerah panjang gelombang 1.50 - 10 μm .
- c. *Far Infrared* dengan daerah panjang gelombang 10 - 100 μm .

Dalam komunikasi *infrared*, *infrared* berfungsi sebagai sebuah medium penghantar atau pemancar data, dan penerima data. Sesuai dengan yang telah ditetapkan oleh konsorsium *Infrared Data Association* (IrDA), sinar *infrared* dari *Light Emitting Diode* (LED) memiliki panjang gelombang sekitar 875 nm. Hingga kini memiliki dua versi yaitu Versi 1.0 dan 2.0. Standar dari IrDA adalah kedua versi dari *infrared* hanya terletak pada jumlah data yang dapat ditransfer dalam satu paket. versi 1.0 dari *infrared* memiliki kecepatan dari 2,4 hingga 115,2 Kbps. Sementara versi 2.0 memiliki kecepatan dari 0,576 hingga 1,152 Mbps. *Infrared* memiliki dua kecepatan yang berbeda karena struktur pengiriman data pada interkoneksi ini cukup unik. Untuk menghindari gangguan saat terjadi perpindahan data, maka pertama kali protokol *infrared* akan mengirimkan sinyal tes dengan kecepatan sinyal yang rendah. Dengan tes

ini, bila kondisi sudah sesuai, maka kecepatan penuh digunakan dalam transfer data. Hal ini tentu berpengaruh pada penghematan daya.

2.4.2 Konektivitas infrared

Proses koneksi *infrared* bekerja dengan cara yang sangat sederhana. Ketika terjadi pertemuan di antara dua buah *device* dengan interkoneksi tersebut, maka akan terjadi sebuah pengenalan secara anonim diantara kedua *device* tersebut. Pengenalan ini kemudian berlanjut ke arah yang lebih dalam lagi di mana kedua *device* tersebut meyetujui untuk memberi “nama sementara” pada masing-masing *device* sehingga protokol *infrared* mengenali kedua belah pihak dan melakukan transfer data atau untuk sekedar mempertahankan koneksi hingga perintah terakhir dijalankan. Tentunya hal ini memudahkan koneksi untuk *device* dengan interkoneksi *infrared* karena tidak diperlukannya proses pairing yang merepotkan.

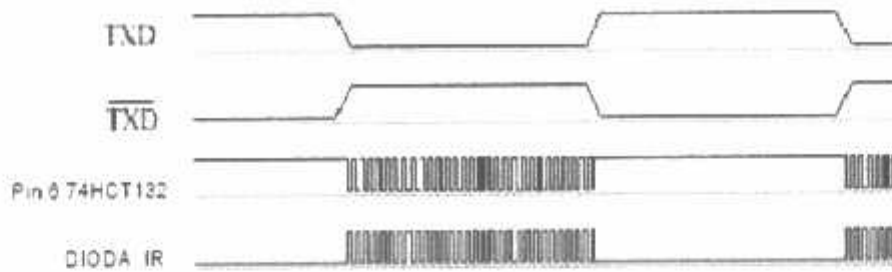
Komunikasi *infrared* dilakukan dengan menggunakan dioda inframerah sebagai pengirim dan modul penerima (*receiver*) inframerah sebagai penerimanya. Untuk jarak yang cukup jauh, kurang lebih tiga sampai lima meter, pancaran data inframerah harus dimodulasikan terlebih dahulu untuk menghindari kerusakan data akibat *noise*. Selain itu, sinyal harus dimodulasi karena *infrared* tidak menggunakan banyak daya sehingga sinyal yang dihasilkan cenderung lemah.



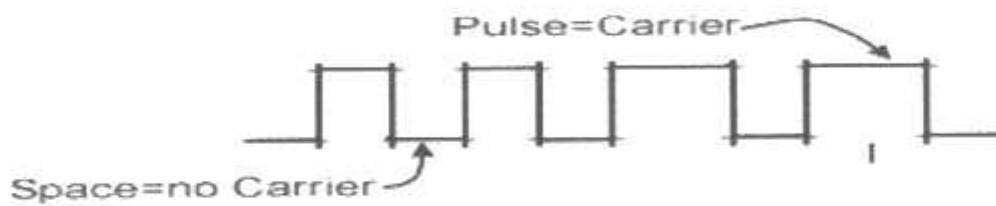
Gambar 2-2 Modulasi Sinyal Infrared

Untuk perpindahan data yang menggunakan media udara sebagai media perantara biasanya menggunakan frekuensi *carrier* sekitar 30KHz sampai dengan 40KHz. *Infrared* yang dipancarkan melalui udara ini paling efektif jika menggunakan sinyal *carrier* yang mempunyai frekuensi di atas. Sinyal yang dipancarkan oleh pengirim diterima oleh penerima inframerah dan kemudian didecodekan sebagai sebuah paket data biner. Proses modulasi dilakukan dengan mengubah kondisi logika 0 dan 1 menjadi kondisi ada dan tidak ada sinyal *carrier* inframerah yang berkisar antara 30KHz sampai 40 KHz. Pada komunikasi data serial, kondisi *idle* (tidak ada transmisi data) adalah

merupakan logika 0 sedangkan pada komunikasi inframerah kondisi *idle* adalah kondisi tidak adanya sinyal *carrier*. Hal ini ditujukan agar tidak terjadi pemborosan daya pada saat tidak terjadi transmisi data.



Gambar 2-3 Timing Diagram sinyal Infrared

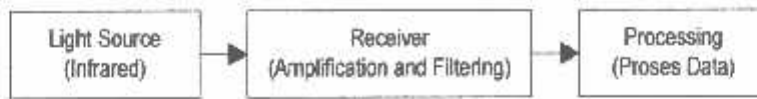


Gambar 2-4 Pulse Dan Sinyal Carrier

Setiap *device* mengeluarkan sinyal inframerah yang berbeda. Sinyal tersebut ditangkap penerima sinyal untuk dikodekan lebih lanjut. Sinyal yang dikirim biasanya dalam bentuk termodulasi. Bentuk modulasi berbeda-beda bergantung pada pembuatan masing-masing remote. Jenis-jenis *infrared receiver* ada dua macam tipe yaitu:

- RX device.** Perangkat ini dapat berupa *infrared receiver* pada port IrDa.
- DCD device.** Perangkat dimana bit-bit *stream* yang diterima akan dikirimkan melalui *Data Carrier Detect (DCD) line*.

Pemancar dan penerima sinyal inframerah biasanya memiliki reliabilitas yang baik dan cenderung tidak begitu mahal, akan tetapi gangguan dari sumber inframerah lain dapat mempengaruhi kinerja peralatan.



Gambar 2-5 Sistem Alur Sederhana Proses Kirim Data Sensor Infrared

2.4.3 Pembagian jarak infrared

- Inframerah jarak dekat dengan panjang gelombang $0.75 - 1.5 \mu\text{m}$
- Inframerah jarak menengah dengan panjang gelombang $1.50 - 10 \mu\text{m}$
- Inframerah jarak jauh dengan panjang gelombang $10 - 100 \mu\text{m}$

2.4.4 Kelebihan dan kekurangan infrared

Kelebihan dan kekurangan merupakan suatu kewajaran bagi sebuah komunikasi data yang diciptakan oleh manusia. Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan itulah, saat ini para produsen berlomba-lomba menghasilkan sebuah komunikasi data yang memiliki banyak kelebihan. *Infrared* sendiri pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah kelebihanannya :

- Termasuk komunikasi data yang media pengirimannya *Unguided* atau tidak memerlukan benda fisik melainkan ditransmisikan melalui udara.
- Komunikasi data ini hanya bersifat satu arah dan hanya terjadi pada 2 *device* sehingga keamanan data lebih terjamin karena hacker atau penguping harus secara langsung memotong cahaya itu guna mendapatkan akses ke informasi yang sedang ditransfer.
- Infrared* dapat memantul pada dinding-dinding atau langit-langit sehingga membantu dalam jaringan ruangan tunggal.
- Infrared* tidak terganggu oleh sinyal-sinyal elektromagnetik dan interferensi radio sehingga mendorong kestabilan sistem *infrared*.
- Infrared* mudah dibuat dan harganya murah.
- Instalasinya mudah sehingga dapat dilakukan siapa saja.
- Dapat dibawa kemana-mana.

- h. Komunikasi data dengan *infrared* dapat dilakukan kapan saja, karena pengiriman dengan *infrared* tidak membutuhkan sinyal.
- i. Komunikasi data dari *device* misalnya pada handphone tidak membutuhkan biaya atau gratis.

Sedangkan kekurangannya adalah sebagai berikut :

- a. Setiap *devices* harus terarah dan bertatap muka langsung karena *infrared* menggunakan sinyal terarah dan biasanya hanya 30 derajat.
- b. Teknologi yang cukup tua, kecepatan yang sangat terbatas jika dibandingkan dengan komunikasi data melalui *Bluetooth*.
- c. Jarak yang sangat terbatas dan tidak fleksibel, mobiles.
- d. *Device infrared* pastilah sangat terbatas pada koneksi point to point.
- e. *Infrared* tidak dapat menembus dinding seperti daya rendah (maksimum 2 mW)
- f. Komunikasi data secara *infrared* tidak dapat digunakan di luar ruangan karena akan terganggu oleh cahaya matahari.

2.5 Photodiode

Photodiode digunakan sebagai komponen pendeteksi ada tidaknya cahaya maupun dapat digunakan untuk membentuk sebuah alat ukur akurat yang dapat mendeteksi intensitas cahaya dibawah 1pW/cm^2 sampai intensitas diatas 10mW/cm^2 . *Photodiode* mempunyai resistansi yang rendah pada kondisi *forward* bias, kita dapat memanfaatkan *photodiode* ini pada kondisi reverse bias dimana resistansi dari *photodiode* akan turun seiring dengan intensitas cahaya yang masuk.

Dioda peka cahaya adalah jenis dioda yang berfungsi mendeteksi cahaya. Berbeda dengan dioda biasa, komponen elektronika ini akan mengubah menjadi arus listrik. cahaya yang dapat dideteksi oleh dioda peka cahaya ini mulai dari cahaya inframerah, cahaya tampak, ultra ungu sampai dengan sinar-X. Aplikasi dioda peka cahaya mulai dari penghitung kendaraan di jalan umum secara otomatis, pengukur cahaya pada kamera serta beberapa peralatan dibidang medis.

Alat yang mirip dengan dioda peka adalah transistor foto (*phototransistor*). *Transistorfoto* ini pada dasarnya adalah jenis transistor bipolar yang menggunakan kontak (*junction*) *base-collector* untuk menerima cahaya.

Komponen ini mempunyai sensitivitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan diode peka cahaya. Hal ini disebabkan karena electron yang ditimbulkan oleh foto cahaya pada *junction* ini diinjeksikan dibagian *base* dan diperkuat di bagian kolektornya. Namun demikian, waktu respons dari transistor foto secara umum akan lebih lambat dari pada dioda peka cahaya.

Jika *photodiode* tidak terkena cahaya, maka tidak ada arus yang mengalir ke rangkaian pembanding, jika *photodiode* terkena cahaya maka *photodiode* akan bersifat sebagai tegangan, sehingga V_{cc} dan *photodiode* tersusun seri, akibatnya terdapat arus yang mengalir ke rangkaian pembanding.



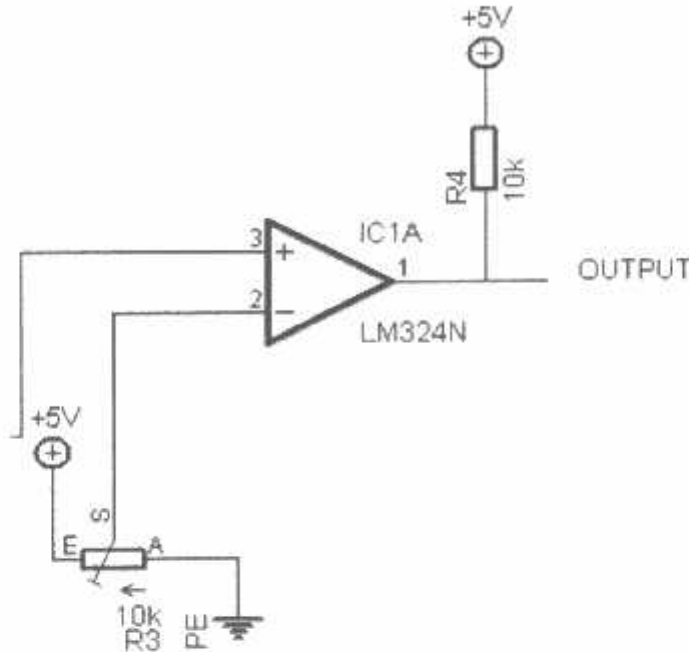
Gambar 2-6 Simbol Photodiode



Gambar 2-7 Bentuk Fisik Photodiode

2.6 Komparator

Komparator berfungsi untuk membandingkan input yang diterima dari sensor dengan tegangan referensi. Jika input dari sensor lebih besar dari input tegangan referensi, maka output akan berlogika *high*. Sebaliknya, jika tegangan referensi lebih besar dari input sensor, maka output akan berlogika *low*.



Gambar 2-8 Komparator

2.7 Mikrokontroler Atmega 8535

Mikrokontroler AVR ATmega8535 memiliki fitur yang cukup lengkap. Mikrokontroler AVR ATmega8535 telah dilengkapi dengan ADC internal, EEPROM internal, Timer atau Counter, PWM, analog comparator. Sehingga dengan fasilitas yang lengkap ini memungkinkan kita belajar mikrokontroler keluarga AVR dengan lebih mudah dan efisien, serta dapat mengembangkan kreativitas penggunaan mikrokontroler ATmega8535.

Fitur-fitur yang dimiliki oleh mikrokontroler ATmega8535 adalah sebagai berikut:

- Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu port A, port B, port C, dan port D.
- ADC internal sebanyak 8 saluran.
- Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan pembandingan.
- CPU yang terdiri atas 32 buah register.

- e. SRAM sebesar 512 byte.
- f. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*.
- g. Port antarmuka SPI
- h. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi.
- i. Antarmuka komparator analog.
- j. Port USART untuk komunikasi serial.
- k. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz.

2.8 Konstruksi ATmega8535

Mikrokontroler ATmega8535 memiliki 3 jenis memori, yaitu memori program, memori data dan memori EEPROM. Ketiganya memiliki ruang sendiri dan terpisah.

a. Memori program

ATmega8535 memiliki kapasitas memori program sebesar 8 Kbyte yang terpetakan dari alamat 0000h – 0FFFh dimana masing-masing alamat memiliki lebar data 16 bit. Memori program ini terbagi menjadi 2 bagian yaitu bagian program boot dan bagian program aplikasi.

b. Memori data

ATmega8535 memiliki kapasitas memori data sebesar 608 byte yang terbagi menjadi 3 bagian yaitu register serba guna, register I/O dan SRAM. ATmega8535 memiliki 32 byte register serba guna, 64 byte register I/O yang dapat diakses sebagai bagian dari memori RAM (menggunakan instruksi LD atau ST) atau dapat juga diakses sebagai I/O (menggunakan instruksi IN atau OUT), dan 512 byte digunakan untuk memori data SRAM.

c. Memori EEPROM

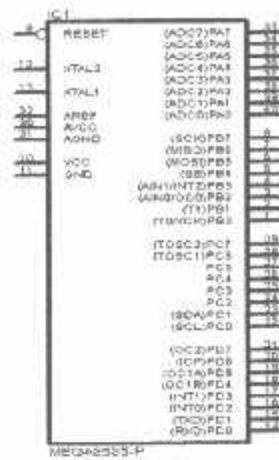
ATmega8535 memiliki memori EEPROM sebesar 512 byte yang terpisah dari memori program maupun memori data. Memori EEPROM ini hanya dapat diakses dengan menggunakan register-register I/O yaitu register EEPROM Address, register EEPROM Data, dan register EEPROM Control. Untuk mengakses memori EEPROM ini diperlakukan seperti mengakses data eksternal, sehingga waktu eksekusinya relatif lebih lama bila dibandingkan dengan mengakses data dari SRAM.

ATmega8535 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan fidelitas 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC ATmega8535 dapat dikonfigurasi, baik secara single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC ATmega8535 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau yang amat fleksibel, sehingga dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan ADC itu sendiri.

ATmega8535 memiliki 3 modul timer yang terdiri dari 2 buah *timer/counter* 8 bit dan 1 buah *timer/counter* 16 bit. Ketiga modul timer atau counter ini dapat diatur dalam mode yang berbeda secara individu dan tidak saling mempengaruhi satu sama lain. Selain itu, semua timer atau counter juga dapat difungsikan sebagai sumber interupsi. Masing-masing *timer/counter* ini memiliki register tertentu yang digunakan untuk mengatur mode dan cara kerjanya.

Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi serial *synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega8535. Universal *synchronous* dan *asynchronous* serial receiver and transmitter (USART) juga merupakan salah satu mode komunikasi serial yang dimiliki oleh ATmega8535. USART merupakan komunikasi yang memiliki fleksibilitas tinggi, yang dapat digunakan untuk melakukan transfer data baik antar mikrokontroler maupun dengan modul-modul eksternal termasuk PC yang memiliki fitur UART.

USART memungkinkan transmisi data baik secara *synchronous* maupun *asynchronous*, sehingga dengan memiliki USART pasti kompatibel dengan UART. Pada ATmega8535, secara umum pengaturan mode *synchronous* maupun *asynchronous* adalah sama. Perbedaannya hanyalah terletak pada sumber clock saja. Jika pada mode *asynchronous* masing-masing peripheral memiliki sumber clock sendiri, maka pada mode *synchronous* hanya ada satu sumber clock yang digunakan secara bersama-sama. Dengan demikian, secara *hardware* untuk mode *asynchronous* hanya membutuhkan 2 pin yaitu TXD dan RXD, sedangkan untuk mode *synchronous* harus 3 pin yaitu TXD, RXD dan XCK.



Gambar 2-9 Konfigurasi Pin Atmega 8535 pin

Konfigurasi pin ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (*Dual Inline Package*) dapat dilihat pada gambar 2.8. Dari gambar di atas dapat dijelaskan fungsi dari masing-masing pin Atmega8535 sebagai berikut:

- V_{CC} merupakan pin yang berfungsi sebagai masukan catu daya.
- GND merukan pin Ground.
- PortA (PortA0...PortA7) merupakan pin input/outputdua arah dan pin masukan ADC.
- PortB (PortB0...PortB7) merupakan pin input/outputdua arah dan dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihatpada tabel di bawah ini.

Pin	Fungsi Khusus
PB7	SCK (<i>SPI Bus Serial Clock</i>)
PB6	MISO (<i>SPI Bus Master Input/ Slave Output</i>)
PB5	MOSI (<i>SPI Bus Master Output/ Slave Input</i>)
PB4	SS (<i>SPI Slave Select Input</i>)
PB3	AIN1 (<i>Analog Comparator Negative Input</i>) OC0 (<i>Timer/Counter0 Output Compare Match Output</i>)
PB2	AIN0 (<i>Analog Comparator Positive Input</i>) INT2 (<i>External Interrupt 2 Input</i>)
PB1	T1 (<i>Timer/ Counter1 External Counter Input</i>)
PB0	T0 T1 (<i>Timer/Counter External Counter Input</i>) XCK (<i>USART External Clock Input/Output</i>)

- c. PortC (PortC0...PortC7) merupakan pin input/output dua arah dan pin fungsi khusus, seperti dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Pin	Fungsi khusus
PC7	TOSC2 (<i>Timer Oscillator Pin2</i>)
PC6	TOSC1 (<i>Timer Oscillator Pin1</i>)
PC5	<i>Input/Output</i>
PC4	<i>Input/Output</i>
PC3	<i>Input/Output</i>
PC2	<i>Input/Output</i>
PC1	SDA (<i>Two-wire Serial Bus Data Input/Output Line</i>)
PC0	SCL (<i>Two-wire Serial Bus Clock Line</i>)

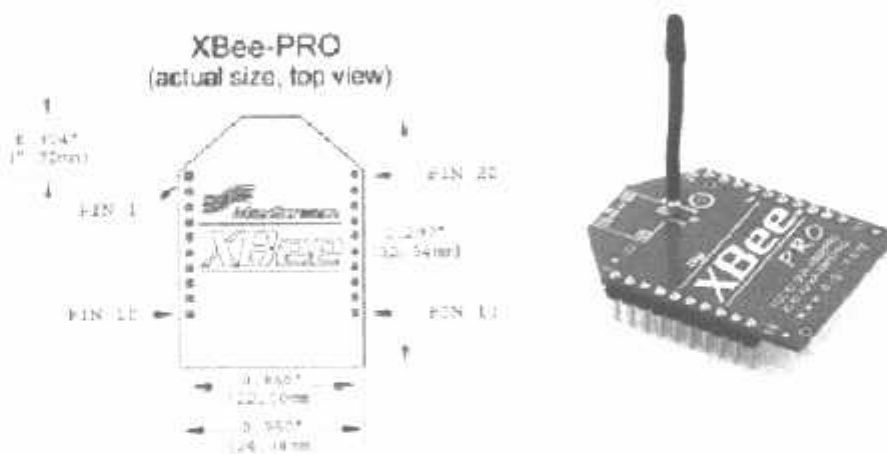
- f. PortD (PortD0...PortD7) merupakan pin input/output dua arah dan pin fungsi khusus, seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Pin	Fungsi khusus
PD7	OC2 (<i>Timer/Counter1 Output Compare Match Output</i>)
PD6	ICP (<i>Timer/Counter1 Input Capture Pin</i>)
PD5	OC1A (<i>Timer/Counter1 Output Compare A Match Output</i>)
PD4	OC1B (<i>Timer/Counter1 Output Compare B Match Output</i>)
PD3	INT1 (<i>External Interrupt 1 Input</i>)
PD2	INT0 (<i>External Interrupt 0 Input</i>)
PD1	TXD (<i>USART Output Pin</i>)
PD0	RXD (<i>USART Input Pin</i>)

- g. *RESET* merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler.
- h. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal.
- i. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC.
- j. AREFF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC.

2.9 X-Bee

X-bee pro merupakan modul radio frekuensi yang beroperasi pada frekuensi 2.4 GHz. Sesuai *datasheet*, Modul ini memerlukan tegangan suplai 2.8 V sampai dengan 3.3 V saat mengirim data, modul ini akan membebani dengan arus 270 mA, dan arus 55mA untuk penerimaan data. Pada x-bee pro terdapat 20 pin, namun yang sementara ini digunakan adalah 6 pin, yaitu VCC dan GND untuk tegangan suplai, DOUT merupakan pin *transmit* (TX), DIN merupakan pin *receiver* (RX), *reset* merupakan pin reset x-bee pro dan yang terakhir adalah PWM0 atau RSSI merupakan indikator bahwa ada penerimaan data yang biasanya dihubungkan ke led yang didrive oleh transistor. Pada gambar II-10 ditunjukkan bentuk fisik dari x-bee pro dan untuk keterangan dari setiap kaki x-bee pro dijelaskan pada table



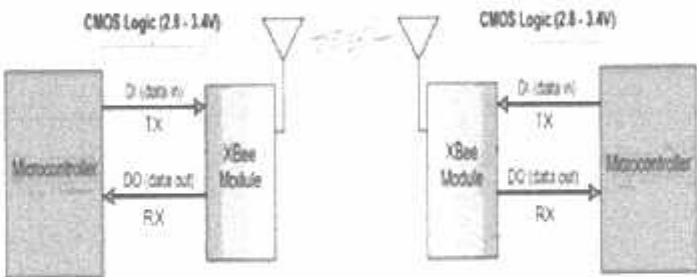
Gambar 2-10 Pin konfigurasi X-bee Pro

Pin	Name	Direction	Description
1	VCC	-	Power supply
2	DOUT	Output	UART Data Out
3	DIN / CONFIG	Input	UART Data In
4	CD* / DOUT_EN* / DO8*	Output	Carrier Detect, TX_enable or Digital Output 8
5	RESET	Input	Module Reset
6	PWM0 / RSSI	Output	PWM Output 0 or RX Signal Strength Indicator
7	[reserved]	-	Do not connect

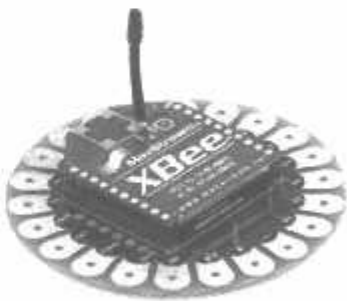
Gambar 2-11 Keterangan Pin Konfigurasi X-bee Pro

2.9.1 Modul wireless radio frekuensi 2.4Ghz x-bee pro

Radio *Frequency Tranciever* atau pengirim dan penerima frekuensi radio ini berfungsi untuk komunikasi secara full duplex. Salah satu modul komunikasi *wireless* dengan frekuensi 2.4Ghz adalah x-bee pro OEM ZigBee/IEEE 802.15.4 2.4Ghz. Radio *frequency tranciever* ini merupakan sebuah modul yang terdiri dari RF *receiver* dan RF *transmitter* dengan sistem interface scrial UART *asynchronous*.



Gambar 2-12 Ilustrasi Prinsip Kerja Modul X-bee



Gambar 2-13 X-BEE

BAB III

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

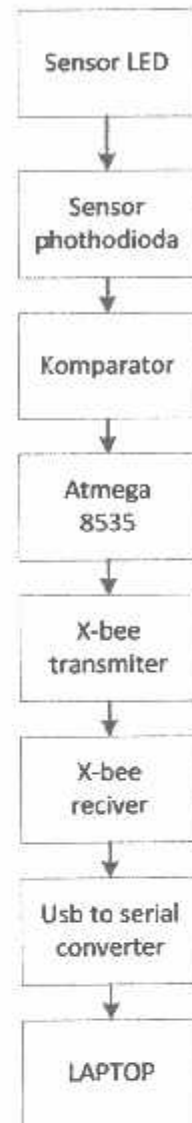
3.1 Desain Alat

Perencanaan skripsi ini terdiri dari dua bagian utama yaitu perencanaan perangkat keras. Perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa bagian. Secara garis besar dapat dikategorikan sebagai berikut :

Fungsi dari setiap blok adalah sebagai berikut

- a. *Infrared* memancarkan sinar yang di terima oleh photodioda
- b. Photodioda fungsi sebagai pendeteksi ada tidaknya cahaya yang di pancarkan oleh *infrared*
- c. Mikrokontroler sebagai pengolah data digital
- d. X-bee transmitter memancarkan informasi yang sudah di proses mikrokontroler
- e. X-bee reciver menerima informasi yang di kirim oleh x-bee transmitter
- f. PC mengolah kembali sinyal melalui *Usb to Serial* untuk di tampilkan ke display

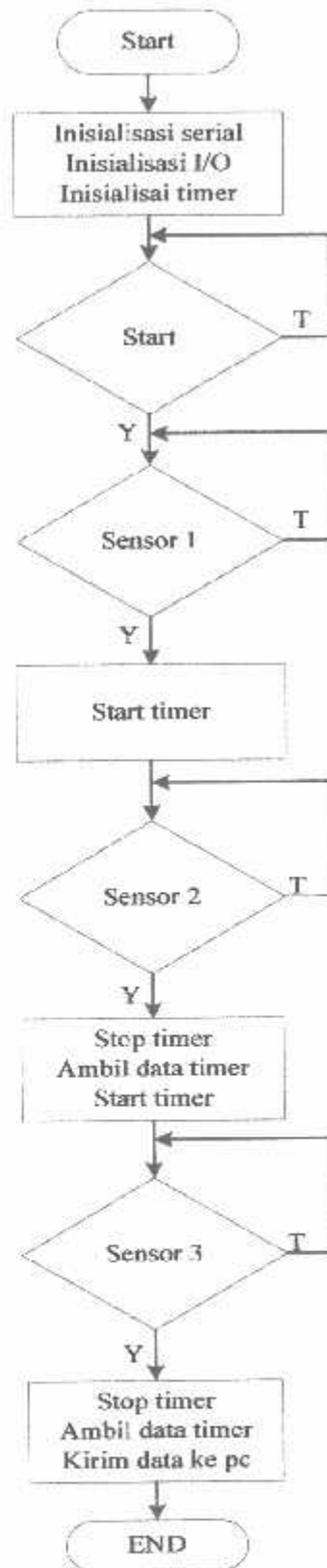
3.2 Diagram Blok



Alat ini saat pertama kali mendapatkan catu daya semua sensor aktif dalam kondisi *standby*, sensor satu *standby* pada posisi sinar inframerah terhalang oleh roda saat sinyal (*high* 1 volt) kemudian saat lampu hijau tanda start, kendaraan melaju, sinar *infrared* tertangkap photodiode mengirim sinyal low (0 volt) ke mikrokontroler dan mengaktifkan set timer satu. Sensor dua akan mulai mengirim data saat roda memutus sinar inframerah dan matikan timer satu simpan data timer waktu tempuh pada jarak 50cm, begitu juga prinsip kerja pada sensor ketiga saat inframerah terputus akan mematikan timer kedua dan catat simpan waktu tempuh pada jarak 100cm. Mikrokontroler mengkonversi data waktu tempuh ke kecepatan, data waktu tempuh dan

kecepatan yang telah di dapat dikirim melalui data port serial koneksi x-bee transmitter, kemudian data diterima oleh riciver x-bee dan dikirim ke data port mikrokontroler, mikrokontroler mengirim data ke PC melalui koneksi *usb to serial* dan data yang telah di terima oleh PC akan ditampilkan dalam bentuk table aplikasi berupa waktu tempuh pada 50cm pertama dan 100cm.

3.2.1 Flowchart

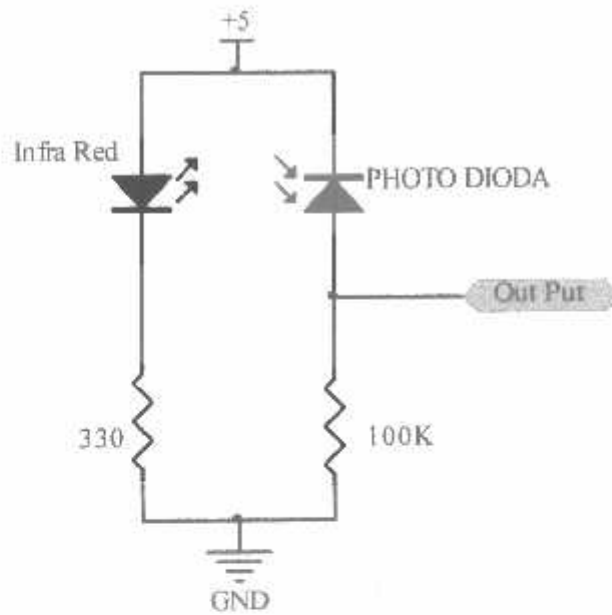


Penjelasan dari flowchart di atas adalah:

- a. Alat diberikan sumber tegangan
 - b. Inisialisasi Timer, port serial, port I/O
 - c. Perlombaan dimulai
 - d. Lampu merah menyala dengan waktu tunda selama dua detik kemudian lampu kuning dan lampu hijau menyala tanda start dan tanda race dimulai, apabila lampu tidak menyala maka dilakukan cek ulang inisialisasi lampu.
 - e. Sensor satu *standby* pada posisi sinar inframerah terhalang oleh roda saat sinyal (*high 1 volt*) jika sebelum tanda lampu hijau menyala dan sensor satu berlogika 0 artinya ada pergeseran posisi roda peserta sehingga terindikasi melakukan *jump start* karena inframerah akan terpancar dan ditangkap oleh photodiode apabila hal itu terjadi secara otomatis lampu hijau tidak akan menyala dan jika sensor satu tetap pada posisi *logic 1* sampai tanda lampu hijau menyala, race dimulai. Sensor satu akan pada posisi *logic 0* yang artinya sensor satu mulai memberi *signal* kepada mikrokontroler untuk pengaktifan timer satu.
 - f. Setelah pembalap menempuh jarak 50cm dan roda memutus sinar inframerah pada sensor dua maka mikrokontroler mendapatkan *signal* untuk matikan timer sensor satu simpan data timer waktu tempuh. Apabila sensor dua mengalami gangguan maka timer pada sensor satu tidak akan berhenti untuk simpan data waktu tempuh dari *start* sampai jarak 50cm.
 - g. Sama halnya dengan sensor satu prinsip kerja pada sensor dua, saat sinar inframerah terhalang oleh roda mengirim signal ke mikrokontroler untuk mengaktifkan timer dua.
 - h. Pada sensor tiga yang terpasang digaris *finish* di jarak 100cm apabila terhalang maka timer dua akan berhenti dan simpan data waktu tempuh.
 - i. Data waktu tempuh keseluruhan yang tercatat dikirim ke mikrokontroler dan tersimpan.
-

3.3 Perancangan Perangkat Keras

3.3.1 Rangkaian sensor



Gambar 3-14 Rangkain sensor inframerah

Pada rangkaian *infrared* diatas diketahui mendapatkan tegangan masukan (V_{cc}) sebesar 5 Volt, dengan tegangan maju maksimal yang diperbolehkan *infrared* (V_f) yang diperoleh dari *datasheet* sebesar 2 Volt, dan arus maju minimal untuk mengaktifkan *infrared* (I_f) sebesar 10 mili ampere (mA) maka hambatan *infrared* (R_f) dapat dihitung sebagai berikut :

Penghitungan rangkaian inframerah

Dik :

$$V_{cc} = 5v$$

$$V_f = 2v$$

$$I_f = 10mA = 0,001A$$

$$R_f = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f}$$

$$R_f = \frac{5-2}{0,01}$$

$$R_f = \frac{3v}{0,01}$$

$$R_f = 300\Omega$$

Keterangan :

R_f = Hambatan atau pembatas tegangan inframerah

V_{cc} = Tegangan sumber di *power supply*

V_f = Tegangan inframerah

I_f = Arus maju inframerah

Dari perhitungan resistor (R_f) sebagai pembatas arus pada *infrared* didapat 300Ω , karena nilai resistor yang ada dipasaran paling mendekati adalah 330Ω maka rangkaian menggunakan nilai resistor tersebut.

Cara kerja rangkaian tersebut yaitu *infrared* sebagai alat yang mengasilakan cahaya dimana cahaya yang dihasilkan oleh *infrared* akan diterima oleh photodiode, dimana *photodiode* merupakan salah satu jenis sensor yang peka terhadap cahaya. Keluaran dari photodiode (output) terhubung ke rangkaian komparator (input sensor) pada kaki 12 op-amp LM324N.

Pada rangkaian *photodiode* diatas diketahui mendapatkan tegangan masukan (V_{cc}) sebesar 5 Volt, dengan tegangan maju maksimal yang diperbolehkan *infared* (V_f) yang diperoleh dari *datasheet* sebesar 1,5 Volt, dan arus maju minimal untuk mengaktifkan *photodiode* (I_f) sebesar 0,035 mili ampere (mA) maka hambatan *photodiode* (R_f) dapat dihitung sebagai berikut :

Perhitungan rangkaian *photodiode*

Dik :

$$V_{cc} = 5v$$

$$V_f = 1,5v$$

$$I_f = 0,035mA = 0,000035A$$

$$R_f = \frac{V_{cc} - V_f}{I_f}$$

$$R = \frac{5 - 1,5}{0,000035}$$

$$R = \frac{3,5v}{0,000035}$$

$$R = 100000\Omega$$

$$R = 100k\Omega$$

Keterangan :

R = Hambatan pembatas photodiode

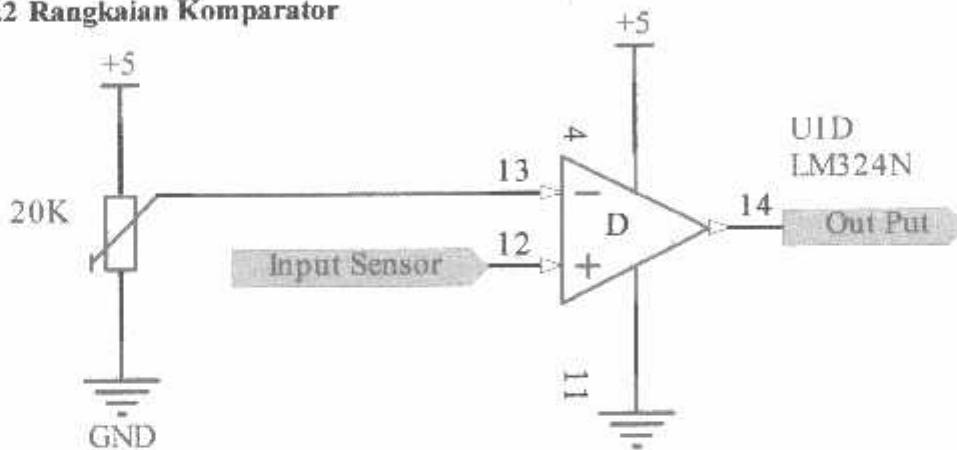
V_{cc} = Tegangan sumber power supply

V_f = Tegangan photodiode

I_f = Arus maju photodiode

Dari perhitungan resistor (R_f) sebagai pembatas arus pada *photodiode* didapat $100k\Omega$.

3.3.2 Rangkaian Komparator



Gambar 3-15 Rangkain komparator

Komparator merupakan rangkaian elektronik yang akan membandingkan suatu input dengan referensi tertentu untuk menghasilkan output berupa dua nilai (*high* dan *low*). Suatu komparator mempunyai dua masukan yang terdiri dari tegangan acuan ($V_{referensi}$) dan tegangan masukan (V_{input}) serta satu tegangan output (V_{output}). Dalam operasinya komparator akan mempunyai keluaran konstan yang bernilai "*low*" saat $V_{input} < V_{referensi}$ dan "*high*" saat $V_{input} > V_{referensi}$ atau sebaliknya. Nilai dari "*Low*" dan "*High*" akan ditentukan oleh desain dari komparator itu sendiri. Keadaan *output* ini disebut sebagai karakteristik output komparator.

Keterangan :

Pin 12 digunakan sebagai *input*

Pin 13 digunakan sebagai V_{ref} atau sebagai pembanding

Pin 14 digunakan sebagai *output*

Hasil perhitungan LM 324N :

Tegangan keluaran pada saat photodiode tidak terkena cahaya :

$$\text{Dik : } I_d = 15 \mu A$$

$$R_d = \frac{V_{cc}}{I_d}$$

$$R_d = \frac{5 \text{ v}}{15 \mu A}$$

$$R_d = 334 \text{ k}\Omega$$

$$R = 100 \text{ k}\Omega$$

$$V_{cc} = 5 \text{ v}$$

$$V_{out} = \frac{R_d}{R_d + R} \times V_{cc}$$

$$V_{out} = \frac{(334 \text{ k}\Omega)}{(334 \text{ k}\Omega + 100 \text{ k}\Omega)} \times 5$$

$$V_{out} = \frac{1670}{434}$$

$$V_{out} = 3,84 \text{ v}$$

Tegangan keluaran pada saat photodiode terkena cahaya :

$$\text{Dik : } I_L = 10 \text{ mA}$$

$$R_L = \frac{V_{cc}}{I_L}$$

$$R_L = \frac{5 \text{ v}}{10 \text{ mA}}$$

$$R_L = 0,5 \text{ k}\Omega$$

$$R = 100 \text{ k}\Omega$$

$$V_{cc} = 5 \text{ v}$$

$$V_{out} = \frac{(R_L)}{(R_L + R)} \times V_{cc}$$

$$V_{out} = \frac{(0,5)}{(0,5 + 100 \text{ k})} \times 5$$

$$V_{out} = \frac{2,5}{100,5}$$

$$V_{out} = 0,024 \text{ v}$$

Keterangan :

I_d = arus reverse pada saat tidak terkena cahaya

I_L = arus reverse photodiode pada saat terkena cahaya

R_d = hambatan photodiode saat tidak terkena cahaya

R_L = hambatan photodiode saat terkena cahaya

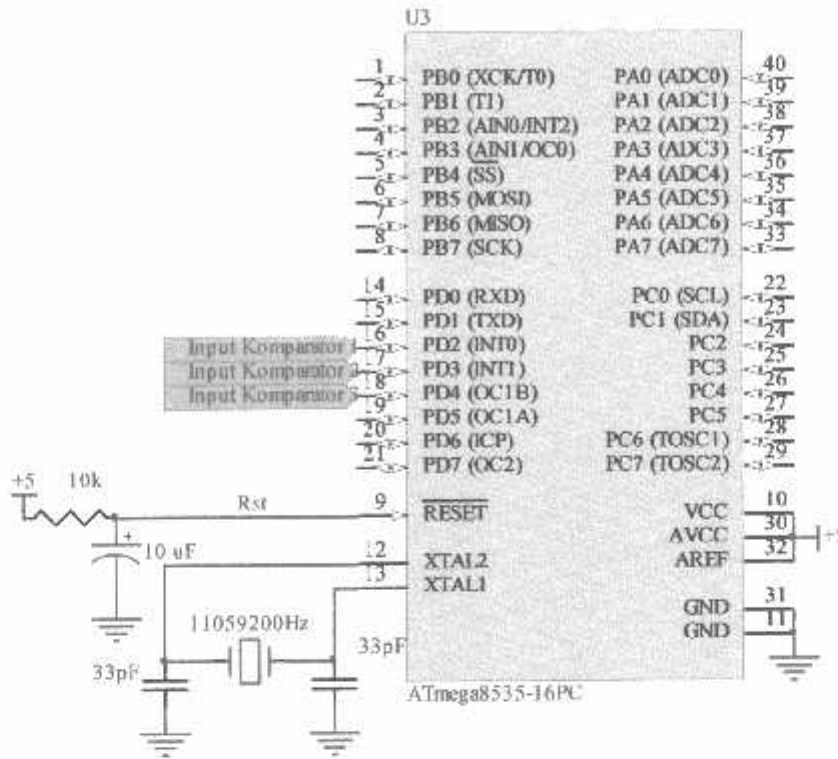
R = hambatan seri photodiode

V_{cc} = tegangan sumber

Prinsip kerja dari comparator adalah op-amp IC LM 311 akan membandingkan tegangan input (V_I) dari keluaran photodiode (output sensor) dengan tegangan V_{ref} . V_{ref} dapat berupa tegangan positif maupun negatif. Output dari komparator sensor 1 (kaki 14 LM 324N) terhubung pada kaki mikrokontroler pada kaki 18 (PD3), output dari komparator sensor 2 (kaki 7 LM324N) terhubung pada kaki mikrokontroler pada kaki 17 (PD2), dan output komparator pada sensor 3 (kaki 8 LM324N) terhubung pada kaki mikrokontroler 19 (PD4)

- Apabila pada V_{ref} diberi tegangan positif, maka pada saat gelombang input berada di daerah 0 sampai $-V_{ref}$ atau gelombang input pada siklus negatif, maka tegangan output (V_o) akan dibuat mencapai V_o maks positif dan pada saat gelombang input berada di daerah 0 sampai $+V_{ref}$ atau gelombang input pada siklus positif, maka tegangan output akan dibuat mencapai V_o maks negatif.
 - Apabila pada V_{ref} diberi tegangan negatif, maka pada saat gelombang input melebihi batas negatif tegangan ($-V_{ref}$) maka tegangan output (V_o) akan dibuat tinggi (mencapai tegangan batas maksimum tegangan output positif. Pada gambar dibawah ini diperlihatkan respon gelombang output terhadap gelombang input dibandingkan dengan tegangan referensi (V_{ref}).
-

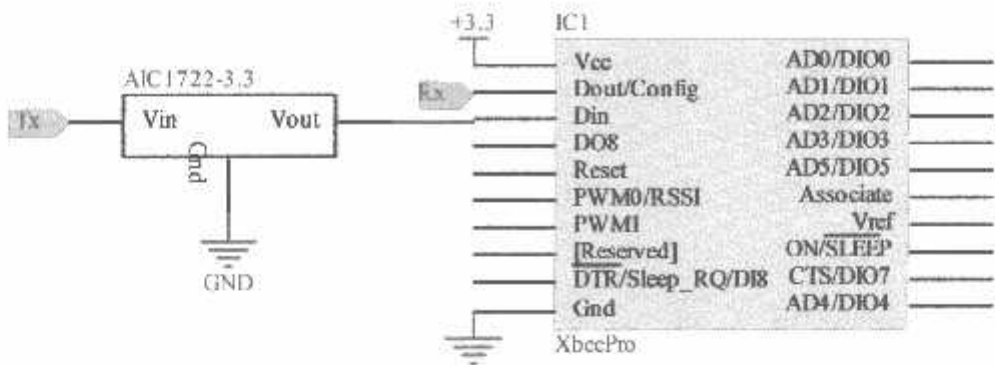
3.3.3 Rangkaian Mikrokontroller



Gambar 3-16 Rangkaian mikrokontroler

Mikrokontroler ini berfungsi sebagai pengolah sinyal analog ke sinyal digital hasil inputan data dari sensor keseluruhan agar dapat dibaca modul x-bee. Dengan tahap-tahap inputan data dari hasil pencatatan waktu pada sensor pertama kemudian disimpan didalam memori sementara. Begitu juga dengan sensor kedua dan ketiga proses input data sama dengan pada sensor pertama. Sebelum data dari sensor keseluruhan masuk ke mikrokontroler harus terkoneksi terlebih dahulu dengan rangkain komparator yang bertujuan untuk membandingkan input yang diterima dari sensor dengan tegangan referensi untuk penyelarasan sinyal antara sensor dengan mikrokontroler.

3.3.4 Rangkaian X-bee



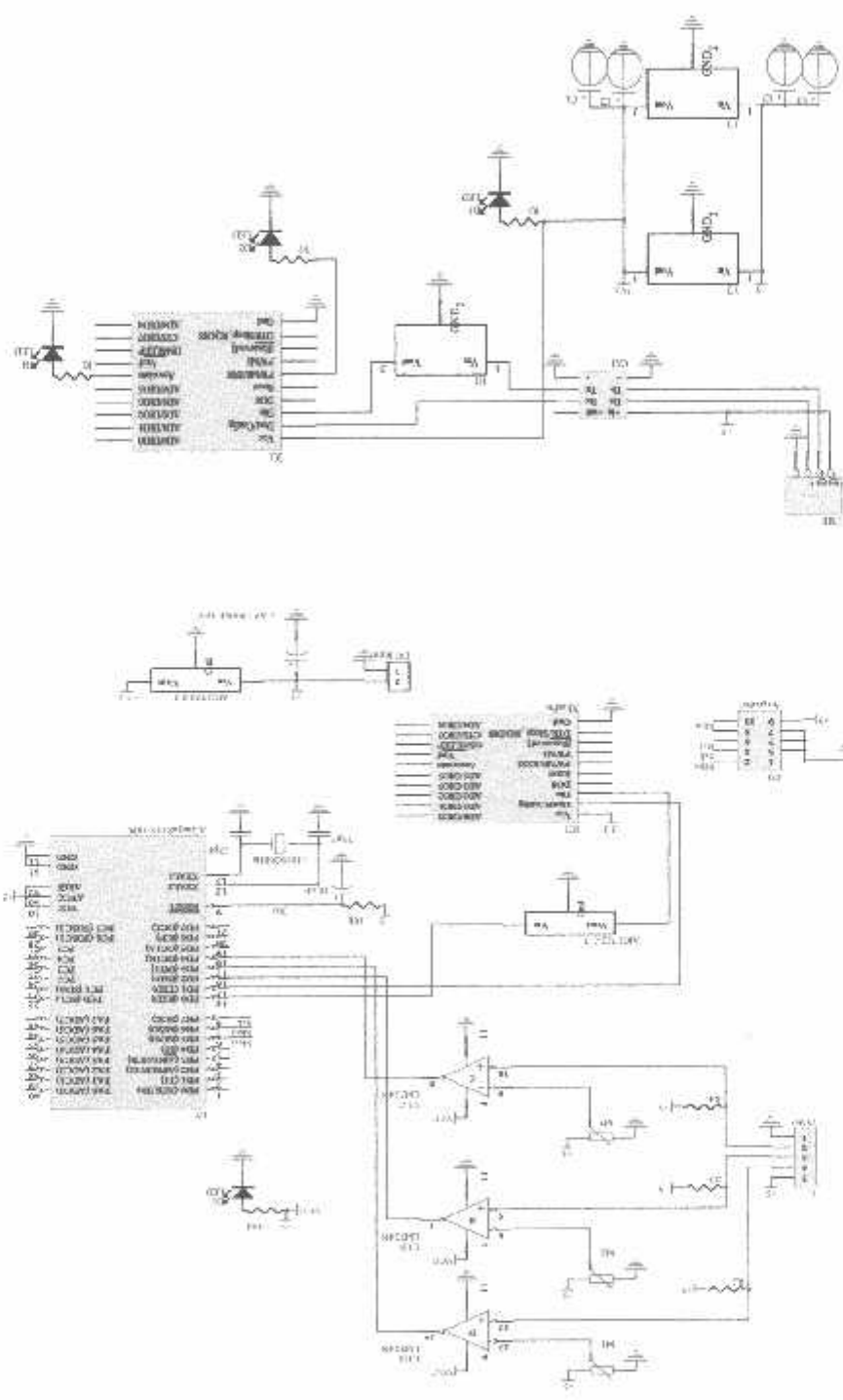
Gambar 3-17 Rangkaian x-bee transmitter

MODULE Xbee-PRO merupakan modul *wireless* dengan standart yang berdaya rendah. Module XBee-PRO ini berdaya minim dan menyediakan kemampuan untuk proses pengiriman dan penerimaan data antara dua *device*. Modul ini beroperasi pada frekuensi band 2.4 GHz dan masing-masing pin saling *compatible* x-bee pro yang digunakan dalam perancangan alat

3.3.5 X-bee transmitter

Transmitter (Tx) merupakan suatu rangkaian pemancar sinyal informasi dengan sinyal frekuensi *carrier* (pembawa) yang kemudian dipancarkan dalam bentuk sinyal frekuensi termodulasi

Gambar 3-19 Rangkain keseluruhan



3.3.7 Rangkaian Keseluruhan

- d. Rangkaian komparator
- c. Sensor
- b. Catu daya
- a. Multi meter digital

4.1.2 Peralatan yang digunakan

V_{dc} tegangan Input 4,8V_{dc}

Comparator 4,2 V_{dc} output *photodiode* saat terhalang 1,4 V_{dc}>> Output comparator 0,2 dapat mendeteksi adanya halangan. Output *photodiode* saat terhalang 3,4 V_{dc} output pemancar, ketika jarak tersebut melebihi jarak jangkauan maka sensor *infrared* tidak terhalang dan tidak terhalang. Jarak jangkauan *infrared* ini berada pada 50 Cm dari dari *infrared* tersebut, sehingga output dari sensor ini dapat dibedakan pada saat kondisi dilakukan dengan cara menyimpan salah satu benda yang dapat menghalangi pancaran. Mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik. Pada pengujian *infrared* ini

4.1.1 Tujuan pengujian Sensor dan komparator

4.1 Pengujian Rangkaian

receiver.

rangkain sensor, rangkain komparator, x-bee transmitter, mikrokontroler, x-bee pengujian dilakukan pada masing-masing blok rangkain penyusun yang terdiri dari Pengujian dari alat yang telah dibuat ini dilakukan secara bertahap. Pertama, bisa dicapai.

menjelaskan proses kerja perangkat dan menguraikan bagaimana hasil pengujian itu tersebut, selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan. Analisa dilakukan untuk perangkat sesuai dengan perencanaan dan perancangan. Berangkat dari pengujian perangkat. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah bagian alat atau sistem bagian demi bagian atau sistem secara keseluruhan terhadap fungsionalitas dan kinerja Secara umum bab ini akan membahas pengujian peralatan, baik secara parsial

ANALISA DAN PEMBAHASAN

BAB IV

4.1.3 Prosedur pengujian

- a. Sambungkan catu daya tegangan masukan sensor
- b. Hidupkan catu daya untuk mengaktifkan sensor
- c. Cek tegangan yang masuk ke sensor dengan multi meter digital
- d. Setting tegangan sesuai yang dibutuhkan
- e. Cek tegangan yang masuk komparator
- f. Setting tegangan referensi
- g. Verifikasi tegangan referensi dan sensor sesuai dengan yang dibutuhkan

4.1.4 Hasil pengujian

Sensor	Tidak terhalang	Terhalang	V_{ref}	Output sensor	Output komparator	Hasil perhitungan komparator
S1	✓		2,7	4,83	3,73	3,84
S1	✓		2,7	2,52	0	0,024
S2	✓		2,7	4,84	3,73	3,84
S2	✓		2,7	2,58	0	0,024
S3	✓		2,7	4,81	3,73	3,84
S3	✓		2,7	2,47	0	0,024



Gambar 4-20 Output sensor saat tidak terhalang



Gambar 4-21 Output komparator terhalang

Sensor *infrared* ini bekerja berdasarkan pada kondisi terhalang atau tidak pancaran sinar *infrared* dari pemancar ke penerima *infrared*. Daya pancar dari pemancar *infrared* ini ditentukan oleh *supply* tegangan dan arus yang masuk ke rangkaian pemancar *infrared*.

CARA KERJA

Gambar 4-23 Output komparator saat tidak terhalang



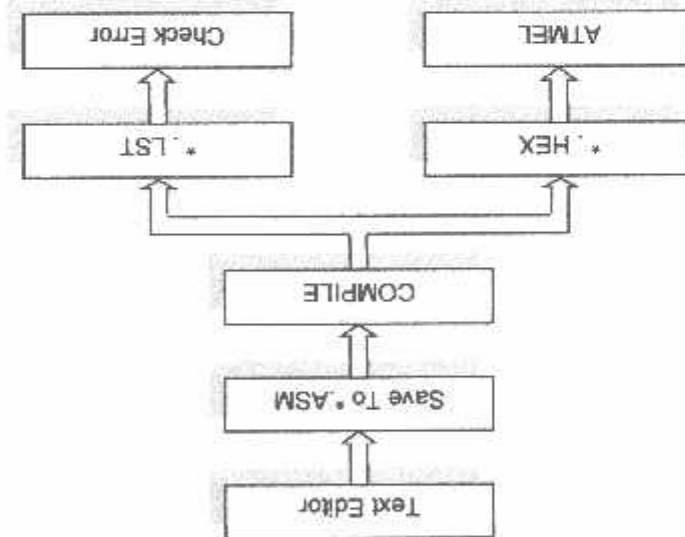
Gambar 4-22 Output sensor saat terhalang



4.1.5 Pengujian mikrokontroler

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan *software* khusus seperti! ATMEL *Microcontroller ISP Software* dari ATMEL, Inc., *Text Editor* dan ASM51. Langkah-langkah dalam pembuatan program.

Langkah-langkah Pembuatan Program Mikrokontroler ATmega 8535



Gambar 4-24 Alur program mikro

Perangkat lunak yang digunakan untuk AT8535 disini menggunakan bahasa *assembler* keluarga MCS-51. Program dibuat pada *text editor* (seperti *notepad* pada *Windows*) dengan bahasa *assembly* terdiri dari label, kode *mnemonic* dan lain sebagainya, pada umumnya digunakan sebagai program sumber (*Sources Code*), disimpan dengan ekstensi ".ASM". Berkas ".ASM" ini belum bisa diterima oleh prosesor untuk dijalankan, tapi harus diterjemahkan (*compile*) dulu menjadi bahasa mesin dalam kode biner. Selanjutnya program sumber diterjemahkan (*compile*) ke bahasa mesin dengan menggunakan *Compiler* MCS-51 yaitu ASM51. Hasil kerja dari program tersebut adalah berkas ".Asm" akan diubah menjadi berkas ".Hex" & ".Lst". Berkas ".Hex" yang akan di *download* ke mikrokontroler untuk dijalankan.

```

Object NameForm: MainForm
Left = 237
Top = 203
AutoSize = False
Caption = 'Белый Космос'
ClientHeight = 473
ClientWidth = 668
Color = #FFFFFF
CombinableWindowState = 43
CombinableWindowState = 217
FormCaption = 'Белый Космос'
FormColor = #FFFFFF
FormHeight = 473
FormWidth = 668
FontName = 'MS Sans Serif'
FontSize = 11
ForeColor = #000000
Scaled = False
TextHeight = 13
TextWidth = 96
WindowState = 1
Left = 0
Top = 0
Width = 668
Height = 473
Caption = False
TitleBarCaption = True
TypeMenu = True
Style = #00000000
BackColor = #FFFFFF
BorderStyle = 1
Color = #000000
Caption = 'Белый Космос'
TitleBarCaption = True
Caption = 'Белый Космос'
TitleBarCaption = True

```

44

4.1.7 Tujuan pengujian

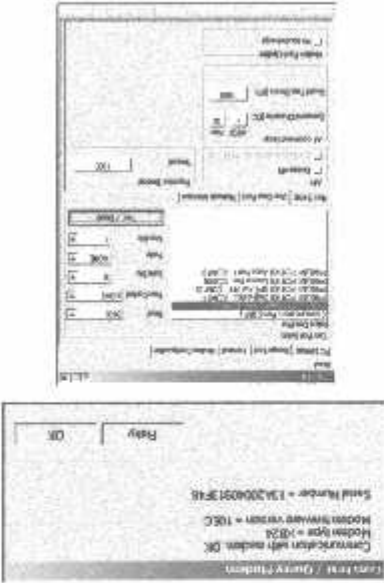
Untuk memastikan terjadinya komunikasi antara 2 perangkat (mikrokontroler ke pc) melalui frekuensi yang dipancarkan x-bee *transmitter* dengan x-bee *receiver* yang terkoneksi dengan usb to serial. Hal ini bisa dibuktikan dengan pengiriman dan penerimaan data secara benar dari kedua perangkat.

4.1.8 Peralatan yang digunakan

- a. Modul x-bee
- b. System minimum x-bee dengan usb
- c. Pc

4.1.9 Prosedur pengujian

- a. Sambungkan system minimum ke pc melalui port usb
- b. Instal aplikasi x-bee di pc
- c. Buka aplikasi
- d. Setting interkoneksi com test/query modem untuk mengkonksikan x-bee dengan pc
- e. Setting modul x-ctu pada x-ctu dengan menu pc setting pilih menu profile usb to serial (com 16) dengan setingan baud rate 9600,flow control non,data bits 8,parity non,stop bite 0. Lalu tekan menu test query



Gambar 4-26 Setingan modul x-bee

4.1.10 Hasil pengujian

Pada tampilan form aplikasi modul x-bee dengan settingan pada menu port com set up pilih menu profile usb to serial (com 16) dengan setingan baud rate 9600, flow control non, data bits 8, parity non, stop bile 0. Lalu tekan menu test query.

Konfigurasi ini maka modul x-bee pro siap digunakan untuk melakukan komunikasi point to point, dengan baud rate 9600 bps. Parameter yang perlu di ubah agar kedua x-bee pro bisa saling berkomunikasi dengan baik.

4.2 Pengoperasian Alat

Alat perhitungan waktu tempuh dan kecepatan ini memakai sensor inframerah. Sensor tersebut berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya pelanggaran pada suatu permukaan *dragbike* (sensor menerima input). Input yang diterima akan diproses oleh mikrokontroler dan menghasilkan suatu output yang akan ditampilkan.

Untuk mengoperasikan alat ini, harus dipasang terlebih dahulu komponen input dan output dengan benar. Jika sudah terpasang dengan benar, maka cara mengoperasikan alat perhitungan waktu tempuh dan kecepatan ini adalah sebagai berikut :

- Aktifkan alat ini dengan memberikan sumber tegangan melalui adaptor dan hubungkan pada *power supply* yang tersedia pada alat.
- Aktifnya kondisi sensor saat ini, yaitu sensor aktif saat kondisi *high* = 0 dan tidak aktif saat dalam kondisi *low* = 1.
- Tekan saklar untuk mengaktifkan sistem.
- Tes alat dengan memberikan suatu benda yang menghalangi rangkaiian *infrared*.
- Jika LED menyala dan alat bekerja sesuai dengan cara kerja alat, maka alat sudah bekerja dengan benar.

4.3 Pengujian Alat

Pengujian hardware dilakukan untuk setiap komponen yang digunakan untuk membuat alat perhitungan waktu tempuh dan kecepatan ini. Fungsi dari pengujian ini adalah agar alat yang akan dibuat bisa bekerja secara maksimal. Pengujian komponen hardware ini meliputi pengujian rangkaiian sensor inframerah, pengujian photodiode, pengujian IR LED serta pengujian dan pengukuran waktu tempuh dan kecepatan.

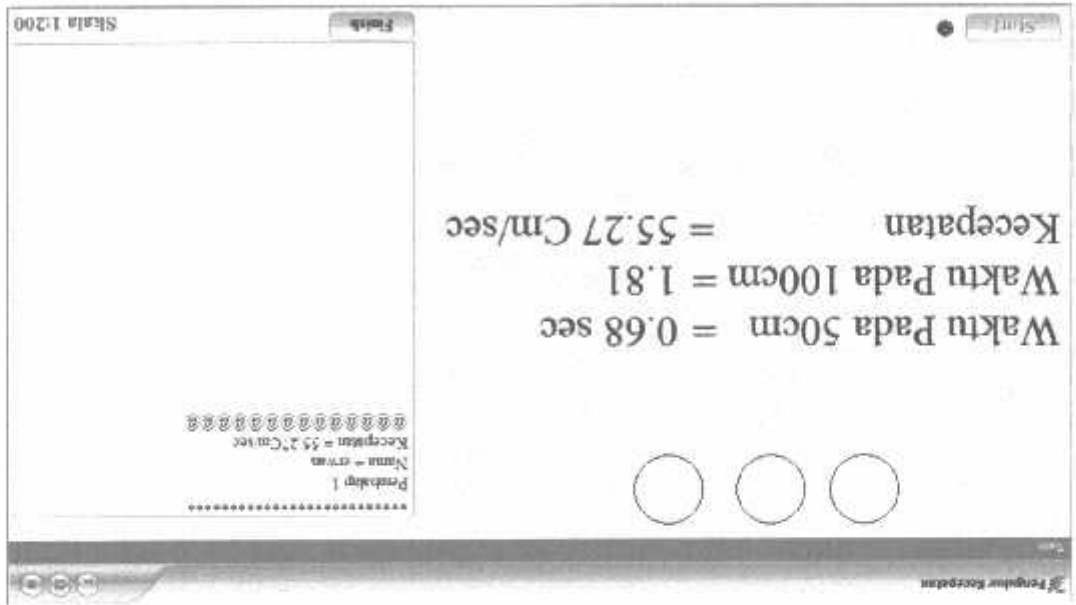
4.3.1 Pengujian Keseluruhan Sistem

Setelah semua rangkaian serta sistem pengkabelan dipasang dengan benar dan sumber tegangan dihubungkan, maka dapat dilakukan pengujian secara keseluruhan. Selain pengujian terhadap perangkat keras, dilakukan juga pengujian terhadap perangkat lunak yang telah dibuat. Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat mampu bekerja sesuai dengan perencanaan, baik perencanaan hardware maupun software.

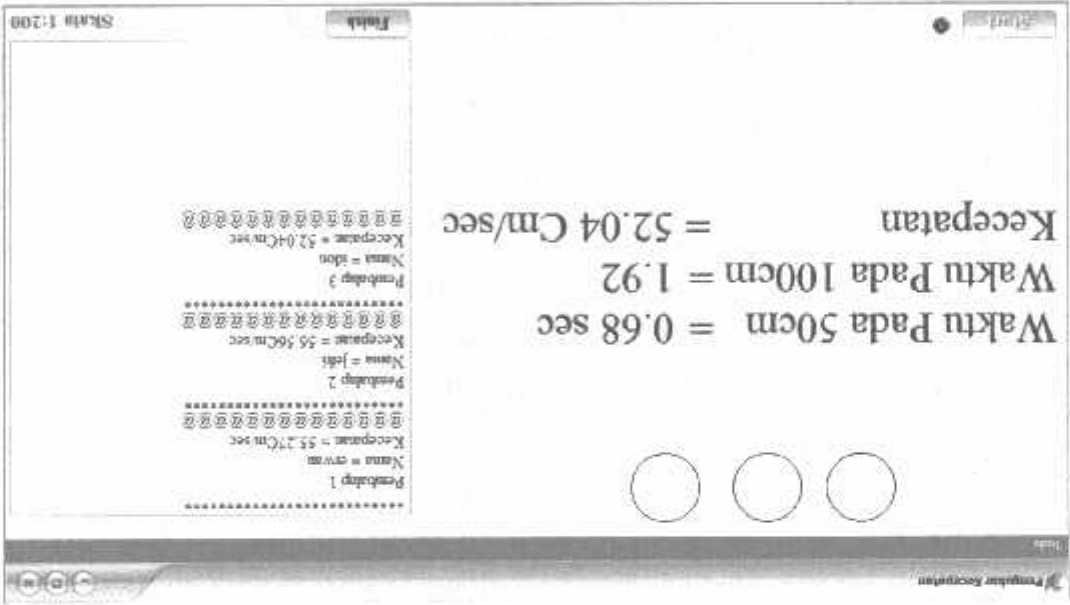
4.3.2 Pengujian dan pengukuran waktu tempuh dan kecepatan

Pengujian dan pengukuran waktu tempuh dan kecepatan sebagai contoh untuk menguji bekerja atau tidaknya alat penghitung waktu tempuh dan dibandingkan dengan data yang sudah ada. Untuk menentukan perhitungan kecepatan maka harus diketahui jarak (S) dan waktu tempuh (t) kendaraan. Pada miniaturnya alat pengujian ini menggunakan jarak sepanjang 100 cm. Cara memperoleh waktu tempuh dengan melakukan pengujian sensor terlebih dahulu menggunakan timer waktu pada mikrokontroler setelah diperoleh data waktu tempuh maka perhitungan kecepatan dapat diketahui dengan rumus ($v = \frac{t}{s}$) jarak dikalikan waktu tempuh.

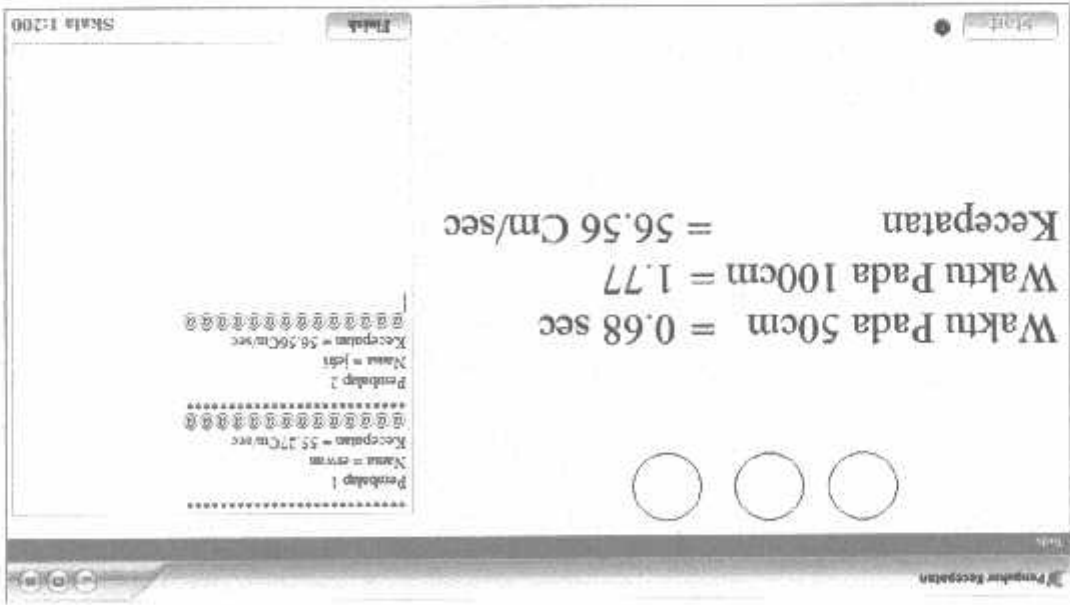
4.3.3 Pengujian software



Gambar 4-27 Hasil pengujian waktu dan kecepatan pertama



Gambar 4-28 Hasil pengujian waktu dan kecepatan kedua



Gambar 4-29 Hasil pengujian waktu dan kecepatan ketiga

Pengujian data waktu dan kecepatan	1. untuk pengujian n	2. untuk pertama pengujian n	3. untuk kedua pengujian n	3. untuk ketiga pengujian n
Pengambilan data waktu pada jarak 50cm (S)	0,68	0,68	0,68	0,68
Pengambilan data waktu pada jarak 100 cm (S)	1,81	1,77	1,92	1,92
Kecepatan pada jarak 100 cm (cm/s)	55,27	56,56	52,04	52,04
Hasil pengujian menggunakan stopwatch (S)	1,84	1,80	1,95	1,95
Prosentase error waktu terhadap stopwatch (%)	1,63	1,66	1,53	1,53

Tabel 4-1 Hasil pengujian waktu dan kecepatan

Perhitungan error waktu hasil pengujian alat terhadap stopwatch

Prosentase error waktu = $\frac{tS - tA}{tS} \times 100\%$

Keterangan :

tS = hasil waktu pengujian dengan stopwatch

tA = hasil waktu pengujian dengan alat

1. perhitungan error waktu pada pengujian pertama :

Dik :

tS = 1,84

tA = 1,81

prosentase error = $\frac{1,84 - 1,81}{1,84} \times 100\%$

= 1,63 %

2. perhitungan error waktu pada pengujian kedua

Dik :

tS = 1,80

tA = 1,77

prosemntase error = $\frac{1,80 - 1,77}{1,80} \times 100\%$

= 1,66 %

3. perhitungan error waktu pada pengujian ketiga

Dik :

$$tS = 1,95$$

$$tA = 1,92$$

$$\text{prosentase error} = \frac{1,95-1,92}{1,95} \times 100\%$$

$$= 1,53 \%$$

jadi perhitungan rata – rata prosentase error waktu =

$$\frac{1,63 + 1,66 + 1,53}{3}$$

$$= 1,60 \%$$

Dari analisa yang didapat, maka dapat diketahui berapa prosentase kesalahan pada saat pengujian. Pada perbandingan pengujian alat terhadap hasil waktu pengujian menggunakan stopwatch, dapat diketahui rata – rata kesalahan relatifnya sebesar 1,60 %.

Perhitungan kecepatan alat pada jarak 100 cm

1. Pengujian pertama

Diketahui : S = 100 cm

$$t = 1,81 \text{ S}$$

Ditanya : v ?.....pada jarak 100 cm

$$v = \frac{t}{s}$$

$$= \frac{1,81}{100}$$

$$= 55,24 \text{ cm/s}$$

2. Pengujian kedua

Dik : S = 100 cm

$$t = 1,77 \text{ S}$$

Ditanya : v ?.....pada jarak 100 cm

$$v = \frac{t}{s}$$

$$= \frac{1,77}{100}$$

$$= 56,49 \text{ cm/s}$$

3. Pengujian ketiga

Dik : S = 100 cm

t = 1,77 s

Ditanya : v ?.....pada jarak 100 cm

$$v = \frac{s}{t}$$

$$= \frac{100}{1,77}$$

$$= 52,08 \text{ cm/s}$$

V = kecepatan

S = jarak tempuh

t = waktu tempuh

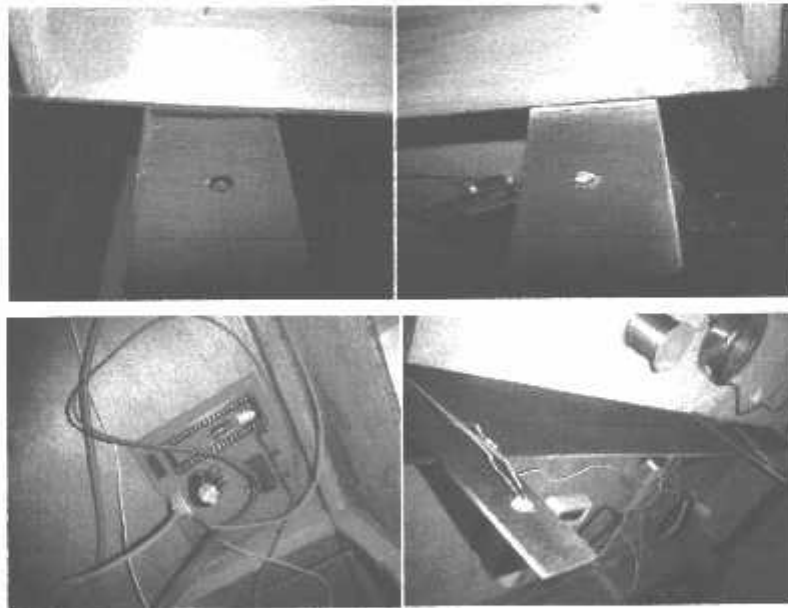
Pada umumnya sistem perhitungan waktu tempuh dan kecepatan yang digunakan dalam suatu perlombaan *dragrace* seringkali mengalami kesalahan. Kesalahan tersebut terjadi karena tingkat kelalaian manusia saat melakukan perhitungan. Dengan demikian, alat ini dibuat untuk mengatasi masalah tersebut diatas.

Pada proses pengujian alat, yang dilakukan pertama kali adalah pengujian rangkaian sensor inframerah. Sensor ini memanfaatkan perbedaan intensitas cahaya dari IR LED yang dipantulkan dan diterima oleh *photodiode*. Sensor ini akan terdeteksi jika ada atau tidak benda yang menghalangi kedua cahaya yang dipancarkan ini, jika LED menyala maka sensor dalam kondisi *low* atau jika LED mati maka sensor dalam kondisi *high*.

Pengujian selanjutnya adalah pengujian terhadap IR LED, *photodiode* serta hasil perhitungan dan pengukuran dari alat ini. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur tegangan pada masing-masing rangkaian saat ada inputan atau tidak adanya inputan. Pengujian juga dilakukan dengan cara melihat kinerja dari masing-masing rangkaian apakah sudah sesuai dengan logika yang diberikan pada mikrokontroler atau tidak. Pengujian dan pengukuran waktu tempuh dan kecepatan pada alat ini dilakukan untuk mengetahui hasil yang diperoleh apakah terdapat perbedaan hasil perhitungan dengan perhitungan yang dilakukan secara manual.

Dengan dilakukannya pengujian-pengujian untuk setiap rangkaian dan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa alat penghitung waktu tempuh dan kecepatan ini dapat bekerja dengan baik.

4.3.4 Foto keseluruhan rangkaian alat



Gambar 4-30 Foto Keseluruhan rangkaian alat

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

a. Pada pengujian sensor *infrared* dan *photodiode*, jika sinar *infrared* tidak terhalang, maka keluaran *photodiode* mempunyai output tegangan bernilai 4,83 *volt* dan keluaran output komparator bernilai 3,73 *volt* sehingga bernlogika (*high*). Dan jika sinar *infrared* terhalang, maka keluaran *photodiode* mempunyai output tegangan bernilai 2,52 *volt* dan keluaran tegangan output komparator bernilai 0 *volt* sehingga bernlogika (*low*).

b. Pada pengujian waktu tempuh dan kecepatan pada aplikasi didapat data waktu tempuh yang bervariasi mulai data pertama, kedua dan ketiga disimpulkan semakin kecil nilai waktu tempuh dalam sekon (S) maka kecepatan (V) kendaraan akan semakin cepat.

c. Dari analisa yang didapat, maka dapat diketahui berapa besar prosentase kesalahan pada saat pengujian. Pada perbandingan pengujian alat terhadap hasil waktu pengujian menggunakan stopwatch, dapat diketahui rata – rata kesalahan relatifnya sebesar 1,60 %.

5.2 Saran

- a. Diharapkan kedepannya dapat ditampilkan ke monitor LCD.
- b. Mengingat kesulitan dalam mencari arena uji test alat secara real, kedepannya alat ini dapat diuji diarena dragrace yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Boylestad, R & Nashelsky, L (1996). *Electronics Devices & Circuit Theory*, 3rd edition. New Jersey : Prentice Hall.
- [2] Budiharto, W. (2003). *Percancangan Sistem dan Aplikasi Mikrokontroler*. Jakarta : Elex Media Komputindo.
- [3] Mujahidin, M. (2006). *Pemrograman Port Serial*. Batam: Universitas Internasional Batam (UIB).
- [4] http://www.digi.com/xbee/diakses_tanggal_05/01/2013
- [5] <http://komponenelektronika.net/rangkaian-komparator.htm> diakses tanggal 10/05/2013
- [6] <http://www.winkplace.com/2009/11/pengertian-infrared-dan-cara-kenja.html> diakses tanggal 17/05/2013

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

Nama
Nim
Jurusan
Konsentrasi
Masa Bimbingan
Judul

Norido
03.17.008
Teknik Elektro S-1
Teknik Elektronika
Semester Ganjil 2012-2013
RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR
KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE
METALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA
8535

Dipertahankan dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)

Pada Hari
Tanggal
Dengan Nilai

Selasa
19 Februari 2013
72,10 (B+)

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Ketua Majelis Penguji
(M. Ibrahim Ashari, ST, MT)
NIP. Y.1030100358

Sekretaris Majelis Penguji
(Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST, MT)
NIP. Y.1030800417

ANGGOTA PENGUJI

Dosen Penguji I
(Irmalia Surtani Faradisa ST, MT)
NIP. Y. 1030100365

Dosen Penguji II
(Ir. Eko Nurcahyo, MT)
NIP. P. 1028700172

FORMULIR PERBAIKAN SKRIPSI

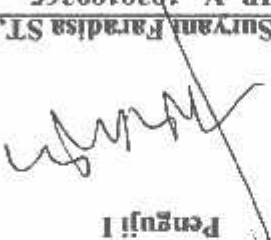
Dalam pelaksanaan Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 Jurusan Teknik Elektro Konsentrasi Teknik Elektronika, maka perlu adanya perbaikan skripsi untuk mahasiswa :

Nama : Norido
Nim : 03.17.008
Jurusan : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2012-2013
Judul Skripsi : RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535


No	Penguji	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	Penguji I	19 Febuari 2013	• Perbaikan Blok diagram diperbaiki • Hitungan di bab 3 • Menentukan jarak • Menentukan kecepatan	
2	Penguji II	19 Februari 2013	• Revisi pada data bab 4 satuan • Kesimpulan • Perbaikan alat	

Disetujui:

Penguji I
(Irmalia Suryani Faradisa ST, MT)
NIP. Y. 1030100365




Penguji II
(Dr. Eko Nurcahyo, MT)
NIP. P. 1028700172




Mengetahui:

Dosen Pembimbing I
(Ir. Taufik Hidayat, MT)
NIP. Y. 1018700151



Dosen Pembimbing II
(Setyohadi, ST)
NIP. 1039700309





Nomor Surat : ITN-202/EL-FTI/2012

Lampiran : -

Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Taufik Hidayat, MT
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : NORIDO
Nim : 0317008
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :

" Semester Genap Tahun Akademik 2011-2012 "

Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.

Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1
Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

Tempat : 1 (satu) berkas

Pembimbing Skripsi

Nama : Yth. Bapak/Ibu Ir. Taufik Hidayat, MT
 Dosen Teknik Elektro S-1
 H.N. Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama : **NORIDO**
 Nim : **0317008**
 Jurusan : **Teknik Elektro S-1**
 Konsentrasi : **Teknik Elektronika**

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

"RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535"

Dicantumkan permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
 Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1

 H. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
 NIM. 101880189

Hormat kami

 NORIDO
 NIM. 0317008

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/ni :

Nama : **NORIDO**

NIM : **0317008**

Semester : **XIV (Empatbelas)**

Jurusan : **Teknik Elektro S-1**

Kampus/Kelas : **Teknik Elektronika**

Dengan ini saya akan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa/ni tersebut, dengan judul :

"RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535"

Dengan ini saya pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan seperti ini.


Ir. Taufik Hidayat, MT
NIP.Y. 1018700015

*) Untuk keperluan legalisasi

Isomor Surat : ITN-202/BL-F/II/2012
ampiran : -
erihal : BIMBINGAN SKRIPSI

pada : Yth. Bapak/Ibu Sotyohadi, ST
Dosen Teknik Elektro S-1
ITN MALANG

Dengan Hormat
Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Proposal Skripsi untuk mahasiswa :

Nama : NORIDO
Nim : 0317008
Fakultas : Teknologi Industri
Program Studi : Teknik Elektro S-1
Konsentrasi : Teknik Elektronika

Maka dengan ini pembimbingan tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada Saudara/i selama masa waktu :
" Semester Genap Tahun Akademik 2011-2012 "
Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami sampaikan terima kasih.



Mengetahui
Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1
Dr. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
NIP. Y. 1018800189

(satu) berkas

Pembimbing Skripsi

pada

Yth. Bapak/Ibu Soeryohadi, ST
 Dosen Teknik Elektro S-1
 ITS Malang

Yang bertanda tangan dibawah

Nama

: NORIDO

Nim

: 0317008

Jurusan

: Teknik Elektro S-1

Konsentrasi

: Teknik Elektronika

Dengan ini mengajukan permohonan, kiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing untuk penyusunan Skripsi dengan judul :

"RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR KECEPAIAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MELALUI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535"

Demikian permohonan kami buat dan atas kesediaan Bapak kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui

dan Program Studi Teknik Elektro S-1

Dr. Yusuf Ismail Yakhoda, MT
 NIP. A. 1018800189

Hormat Kami

NORIDO
 NIM. 0317008

PERNYATAAN KESEDIAAN DALAM PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Sesuai permohonan dari mahasiswa/:

Nama : NORIDO

NIM : 0317008

Semester : XIV (Empatbelas)

Jurusan : Teknik Elektro S-1

Konsentrasi : Teknik Elektronika

Dengan ini menyatakan bersedia/tidak bersedia*) Membimbing skripsi dari mahasiswa tersebut dengan judul :

* RANGKAIAN ALAT PENGUKUR KECEPATAN DAN WAKTU PADA DRAG RACE MITA ALTI KONEKSI X-BEE BERBASIS ATMEGA 8535

Ditandatangani oleh pernyataan ini kami buat agar dapat dipergunakan sebagaimana

Hormat Kami

Sotvohadi, ST

NIP. Y. 1039700309

Mengetahui dan menyetujui
dan bertanggung jawab atas pernyataan ini
dan pernyataan ini dibuat untuk diproses lebih lanjut



**PERENCANAAN DAN PEMBUATAN
ALAT PENCATAT WAKTU LARI SPRINT 100 m
SECARA OTOMATIS DENGAN SISTEM WIRELESS
BERBASIS MIKROKONTROLLER AT89S51**



TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : BRURY ANDRIANTO

Nim : 03.57.043



**KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DIPLOMA III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2007**

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT PENCATAT WAKTU LARI SPRINT 100 m SECARA OTOMATIS DENGAN SISTEM WIRELESS BERBASISKAN MIKROKONTOLLER AT89S51

TUGAS AKHIR

*Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Diploma
Teknik Elektronika Diploma - III (D – III)*

Disusun Oleh :

NAMA : BRURY ANDRIANTO
NIM : 03.57.033

Mengetahui,
Ketua jurusan Teknik Elektro D-III



(Ir. H. Choirul Saleh, MT)
NIP.Y. 1018800190

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



(Ir. Yudi F. Limpraptono, MT)
NIP.Y. 1028700172

KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DIPLOMA III
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
MARET 2007

KATA PENGANTAR

Puji Syukur atas Karunia Tuhan Yang Maha Kuasa, sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Perencanaan dan Pembuatan Alat Pencatat Waktu Lari Sprint 100m secara Otomatis dengan sistem Wireless Berbasis Mikrokontroller AT89S51 “** ini dengan lancar. Tugas Akhir ini dikerjakan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Elektro Diploma III, Konsentrasi Teknik Elektronika Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang.

Keberhasilan penyelesaian laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Untuk itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Choirul Salch, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro DIII.
2. Bapak Ir. Yudi F limpraptono, MT selaku Dosen Pembimbing
3. Bapak Bambang Prio H.ST,MT selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro D-III.
4. Buat semua Dosen – Dosen di jurusan Teknik Elektronika D-III Terima kasih atas ilmu yang diberikan kepada saya sehingga bisa menjadi manusia yang berguna.
5. Keluarga, kedua orang tua, saudara-saudara dan kakak yang telah banyak memberikan do'a restu, dorongan semangat, dan biaya baik secara moril maupun materiil.
6. Teman – Teman semua, Elektronika D-III angkatan 2003, Makasih atas semua bantuanya.

Meskipun telah dikaji ulang dan dikerjakan dengan sungguh-sungguh, namun penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, karena keterbatasan pengetahuan dan keterampilan yang penulis miliki, sehingga segala kritik dan saran penulis terima untuk dijadikan pedoman didalam menyusun laporan berikutnya yang lebih sempurna.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi seluruh masyarakat ilmiah pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Malang, Maret 2007

Penulis

ABSTRAK

Perencanaan dan Pembuatan Alat Pencatat Waktu Lari Sprint 100 m secara Otomatis dengan Sistem Wireless berbasis Mikrokontroler AT89S51. Brury Andriato, 0357043. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektronika D-III, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing: Ir.Yudi P. Limpraptono, MT

Kata Kunci: Inframerah, Fotodioda, laser, Mikrokontroler, Segment

Suatu perencanaan dan pembuatan alat pencatat lari sprint 100m secara otomatis ini merupakan sebuah cara pencatatan waktu yang mampu menggeser akan keberadaan alat penghitung waktu secara manual, didukung dengan sistem wireless membuat sistem ini menjadi lebih berkembang mengikuti perkembangan jaman yang semakin pesat, sebagai alat pendeteksi sekaligus pencatat waktu ini, memiliki keakuratan yang sangat tepat, didukung dengan piranti yang sistematis sehingga mampu menjawab semua kelemahan dari sistem manual akibatnya mampu meminimalisasi terjadinya kecurangan pada saat start dan mampu menunjukkan ketepatan waktu pemberhentian pada saat terjadi perlombaan.

Alat ini terdiri dari beberapa sensor cahaya yang digunakan untuk mendeteksi kecurangan, memberi sinyal masukan untuk mengaktifkan mikrokontroler. Pengolahan data oleh mikrokontroler akan ditampilkan kedalam seven segment. Selain itu sensor akan memberikan masukan pula sebagai switch untuk mendeteksi kecurangan yang terjadi. Sehingga keberadaan sensor akan memberikan kontribusi yang besar sebagai pendeteksi kecurangan yang mungkin terjadi. Didalam perencanaan, untuk mendeteksi kecurangan yang terjadi dapat terlihat dari penghentian waktu pada seven segment serta bunyi sirine. Dengan demikian perlombaan harus diulang kembali.

Dengan melalui pengujian pada alat pencatat waktu lari sprint 100m secara otomatis dengan sistem wireless dimana pengujiannya setiap blok dengan hasil yang benar, dan akurat, dalam rangkaian sensor telah terbukti mampu mendeteksi dan menghentikan perhitungan waktu, begitu pula tampilan pada seven segment yang sesuai dengan perhitungan waktu, serta akurat dan lebih efisien dibandingkan dengan sistem yang manual. Sehingga dalam hal ini Mikrokontroler dapat digunakan dalam berbagai aplikasi diantaranya dalam pengolahan data sensor cahaya, seven segment sebagai tampilan waktu.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAKSI	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	3
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Metodologi Penelitian	5
1.6. Sistematika Pembahasan	5
BAB II TEORI PENDUKUNG	7
2.1. Mikrokontroller AT89S51	7
2.1.1. Pendahuluan	7
2.1.2. Perangkat keras Mikrokontroller	8
2.1.3. Konfigurasi Pena-pena Mikrokontroller	9
2.1.4. Karakteristik <i>oscillator Inverting</i>	13

2.1.5. Organisasi Memori	14
2.5.1.1. Program Memory	15
2.5.1.2. Data Memory	15
2.1.6. SFR (<i>Special Function Register</i>)	17
2.1.7. Sistem Interupsi	20
2.2. Foto Dioda.....	21
2.3. LED	22
2.4. Seven Segment Display	25
2.5. Transistor Bipolar	27
2.5.1 Transistor Sebagai Saklar.....	29
 BAB III PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT	 32
3.1. Pendahuluan.....	32
3.2. Perencanaan Perangkat Keras.....	33
3.2.1. Perencanaan Sensor Cahaya	36
3.2.2. Perencanaan Rangkaian Display Seven Segment.....	38
3.2.3 Perencanaan Port Mikrokontroler AT 89S51 bagian Start	40
3.2.4 Perencanaan Port Mikrokontroler AT 89S51 bagian Finish	42
3.2.5 Perencanaan Rangkain Reset.....	44
3.2.6 Perencanaan Rangkaian Clock	45
3.2.7. Perancangan Rangkain Indikator.....	46
3.2.8. Perencanaan Rangkaian Wireless.....	47
3.3. Perencanaan Perangkat Lunak	48

BAB IV PENGUJIAN ALAT	51
4.1. Pengujian Hardware.....	51
4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor	51
4.1.2 Pengujian IC 74LS 138.....	52
4.1.3 Pengujian <i>Driver</i> laser	54
4.1.4 Pengujian Rangkaian Seven Segment	55
4.1.5 Pengujian Rangkaian Wireless	56
4.2. Pengujian Software	57
4.2.1 Tujuan.....	57
4.2.2 Peralatan yang digunakan.....	57
4.2.3 Langkah Pengujian	57
4.2.4 Hasil Pengujian.....	58
4.3. Pengujian Keseluruhan	58
4.3.1 Tujuan.....	58
4.3.2 Peralatan yang digunakan.....	58
4.3.3 Langkah Pengujian	58
4.3.4 Hasil Pengujian.....	59
BAB V PENUTUP	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN-LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No	Keterangan Gambar	Halaman
1.	Port ISP Header	11
2.	Fungsi Khusus pada Port 1	12
3.	Spesial Function Register	17
4.	Pengaruh posisi sumber cahaya X terhadap jari-jari (r)	25
5.	Hasil Pengujian pada Sensor Cahaya	52
6.	Hasil Pengujian IC 74LS138	53
7.	Hasil Pengujian Rangkaian Driver	54
8.	Hasil Pengujian Hasil Seven Segment.....	55
9.	Hasil Pengujian rangkaian penerima wireless.....	57
10.	Hasil Pengujian secara Keseluruhan	59
11.	Perbandingan Antara Pengukuran secara Manual dan Otomatis.....	59

DAFTAR GAMBAR

No	Keterangan Gambar	Halaman
1.	Blok Diagram Mikrokontroller AT89S51	9
2.	Konfigurasi Pin Mikrokontroller AT89S51.....	10
3.	Karakteristik <i>oscillator</i>	14
4.	Denah Memori Data.....	16
5.	Sumber Interupsi.....	21
6.	Dioda dan Simbol Dioda.....	23
7.	Macam-macam radiasai inframerah.....	24
8.	LED yang ada pada pasaran.....	25
9.	Seven Segment.....	27
10	Transistor NPN dan PNP	28
11	Karakteristik Transistor.....	29
12	Transistor Sebagai Saklar	30
13.	Diagram Blok Sistem.....	34
14.	Rangkaian Sensor	37
15.	Rangkaian Seven Segment	39
16.	Rangkaian mikrokontroller I.....	41
17.	Rangkaian mikrokontroller II	43
18	Rangkaian Reset	45
19.	Rangkaian Clock.....	46
20.	Rangakaian Indikator.....	46
21.	Sistem penerimaan Wireless menggunakan fotodioda	47

20.	Flow Chart	49
21.	Pengujian Sensor Cahaya.....	51
22.	Pengujian Rangkaian Ic 74LS 138.....	53
23.	Pengujian Rangkaian Driver.....	54
24.	Pengujian Rangkaian Seven Segment.....	55
25.	Pengujian Rangkaian Penerima Wireless menggunakan fotodioda	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat saat ini, banyak sekali alat-alat baru yang muncul dengan menggunakan mikrokontroler sebagai “otak” yang menjadikan alat tersebut menjadi alat yang praktis, akurat dan tepat guna. Tidak hanya itu, dengan adanya mikrokontroler akan menggantikan alat yang manual menjadi alat yang otomatis lebih canggih dan modern dengan hasil yang jauh lebih baik. Hal ini menjadi salah satu tanda bahwa perkembangan ilmu dan teknologi berkembang pesat. Selain itu kebutuhan alat yang akan sistem wireless juga menjadi hal yang menunjang perkembangan jaman tersebut.

Penggunaan mikrokontroler sebagai unit-unit kendali sudah sangat luas. Hal ini dikarenakan peralatan-peralatan yang terkontrol dengan mikrokontroler memberikan kemudahan dalam penggunaannya. Dalam perkembangan teknologi tersebut, dunia olah raga juga akan merasakan dampak yang diakibatkan perkembangan jaman tersebut, yang ditandai dengan munculnya peralatan baru yang dapat meningkatkan sportivitas permainan, serta mengurangi kecurangan yang terjadi. Seperti halnya pencatat waktu lari sprint 100 m secara otomatis dengan sistem wireless.

Ide ini muncul ketika mengamati seorang pelari saat melakukan Start, sering timbul terjadinya kesalahan penghitungan waktu dan pencurian pada saat start dimulai, yang menyebabkan timbulnya kecurangan dan tindakan yang kurang sportif. Sehingga memunculkan keirian dan persaingan yang tidak sehat untuk mendapatkan hasil yang yang diharapkan dengan cara yang tidak tepat. Hal inilah yang menyebabkan kebutuhan akan alat pendeteksi serta pencatat waktu, serta sistem start yang serba otomatis dan akurat. Dengan dukungan perangkat yang wireless, sehingga mampu menggantikan sistem kabel yang banyak membutuhkan biaya.

Proses penghitungan waktu dan pendeteksi kecurangan pada saat start dimulai saat bendera wasit keberangkatan melambaikan bendera keatas, dan pelari melewati tanda tersebut. Disinilah sistem kontrol dilakukan, untuk mengetahui Perhitungan waktu dan kecurangan sistem start hingga pelari mencapai garis finish. Dimana sistem ini menggunakan teknik penghitungan yang sistematis dengan tingkat keakuratan yang sangat tepat. Penghitungan Dengan sistem kontrol menggunakan IC AT89S51, sehingga pencataan waktu dan pendeteksi kecurangan dapat terlihat

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan hal tersebut diatas maka timbul permasalahan seperti :

1. Bagaimana, merencanakan serta membuat alat pencatat waktu lari sprint 100m secara otomatis dengan sistem Wireless?
-

2. Bagaimana, pendeteksian serta tanda bila terjadi kecurangan pada saat start?
3. Bagaimana, meminimalisasi terjadinya kesalahan perhitungan waktu yang terjadi, melalui sistem otomatis?
4. Bagaimana, mengimpletasikan alat tersebut dalam bidang olah raga?

1.3 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah membuat alat pencatat waktu yang akurat, sehingga dapat menghasilkan waktu yang presisi dan tepat, untuk menghindari tingkat kecurangan yang terjadi pada saat start lari sprint 100 m, yang dapat meningkatkan sportivitas pelari dan membangkitkan semangat olah raga, serta mengetahui tingkat kemampuan pelari yang terlihat dari tampilan yang digunakan untuk menampilkan pencatatan waktu.

1.4 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak terlalu luas, maka penulis membatasi hanya pada hal-hal berikut :

- a. Alat yang digunakan dibuat berbasis mikrokontroler yang diimplemasikan dengan menggunakan IC AT89S51.
 - b. Perencanaan dan pembuatan alat ini untuk menghitung waktu lari Sprint 100M, serta mengetahui tingkat kecurangan yang terjadi pada sistem start.
-

- c. Memfokuskan pada desain dan cara kerja alat, berdasarkan teori yang berhubungan dengan rangkaian tersebut.
- d. Hanya untuk mengetahui waktu tempuh pada lari sprint 100 meter
- e. Hanya pencatatan waktu dengan sistem wireless.
- f. Tidak membahas power supply.
- g. Perlombaan hanya ditujukan untuk 4 lintasan lari, dengan kondisi jalur yang lurus dan datar.
- h. Tidak membahas tentang pengaruh alam yang terjadi pada alat, sehingga dapat menyebabkan terjadinya error.
- i. Alat ini diasumsikan hanya untuk perlombaan amatir (pemula), sehingga perlombaan hanya untuk sekali keberangkatan, dengan sistem pencatatan wasit secara manual pada media lain (Blangko)
- j. Pemakaian alat ini tidak menggunakan memory eksternal, sehingga tidak ada penyimpanan data pencatatan waktu.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- . Studi Literatur
 - . Perencanaan Alat
 - . Pembuatan Alat
 - . Pengukuran Alat
 - . Kesimpulan
-

1.6 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam tugas akhir ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang permasalahan, batasan masalah, tujuan Pembahasan, metodologi pembahasan, sistematika penulisan, dan relevansi dari penulisan tugas akhir ini.

BAB II: TEORI PENDUKUNG

Membahas mengenai teori dasar yang menunjang dari perencanaan dan pembuatan software dan hardware serta teori dasar alat-alat pendukung lainnya.

BAB III: PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

Membahas tentang perencanaan dan pembuatan alat secara keseluruhan Meliputi pembuatan rangkaian, perhitungan besaran yang dibutuhkan .

BAB IV: PENGUJIAN ALAT

Membahas tentang uji coba alat yang telah dibuat, cara pengoperasiannya, serta spesifikasi alat itu sendiri..

BAB V : PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari pembahasan pada bab-bab sebelumnya dan kemungkinan pengembangan alat tersebut, serta kelemahan yang mungkin akan diperbaiki untuk selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

Bab ini akan menguraikan tentang dasar-dasar teori yang menunjang dalam perencanaan alat pencatat waktu lari sprint 100 m secara otomatis dengan sistem wireless. Uraian teori dalam bab ini meliputi teori IC AT89S51, LED, SEVEN SEGMENT, transistor dan perangkat pendukung lainnya.

2.1. Mikrokontroler AT89S51

2.1.1. Pendahuluan

Perbedaan mendasar antara mikrokontroller dan mikroprosesor terletak pada kelengkapan isinya yaitu mikrokontroller sudah dilengkapi dengan berbagai macam alat kontrol selain memiliki CPU juga dilengkapi memori (ROM & RAM) maupun input output yang merupakan kelengkapan minimum sistem sedangkan mikroprosesor kesemuanya itu tidak dimiliki secara internal melainkan terpisah. Sebuah mikrokontroller dapat dikatakan sebagai mikrokomputer dalam keping tunggal (*Single Chip Microcomputer*) yang dapat berdiri sendiri.

Mikrokontroller AT89S51 adalah mikrokontroller buatan ATMEL yang kompatibel penuh dengan mikrokontroler keluarga MCS - 51, hanya membutuhkan daya rendah, memiliki performance yang tinggi dan merupakan mikrokomputer 8 bit yang dilengkapi 4Kbyte EEPROM (*Electrical Erasable and*

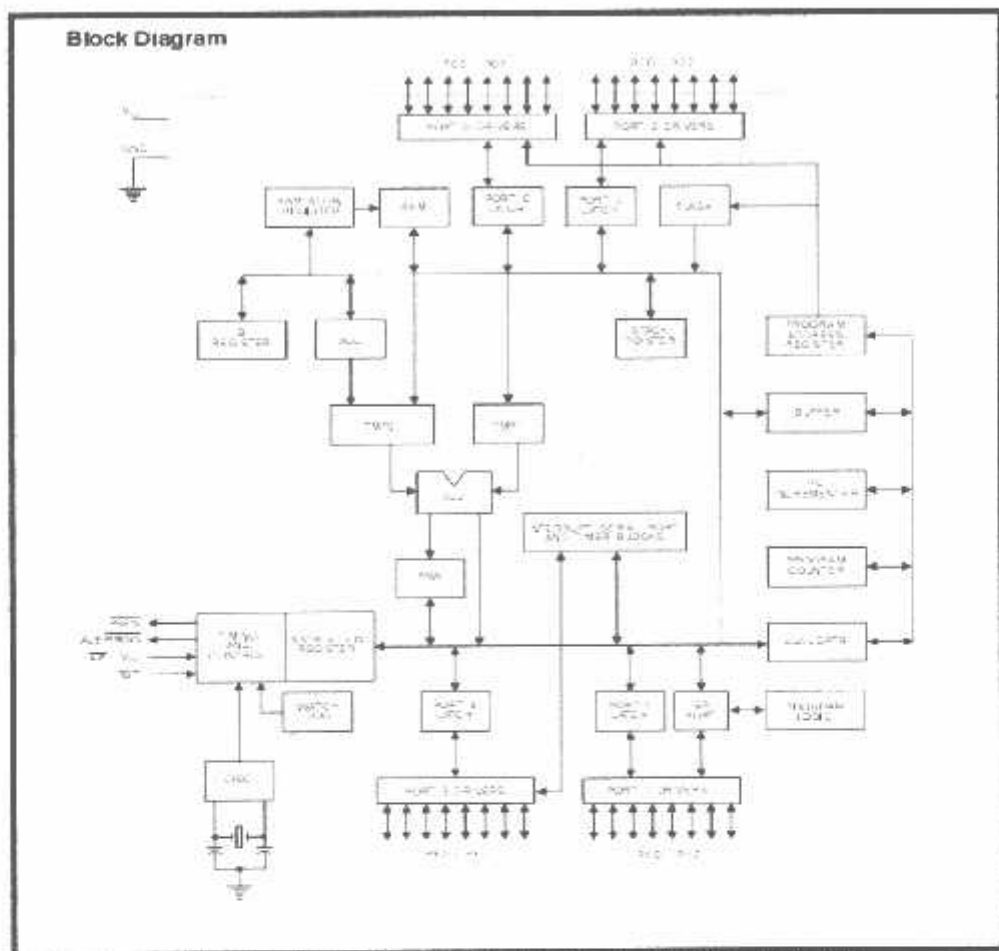
Programmable Read Only Memory) dan 128 Byte RAM internal. Program memori dapat diprogram dalam sistem atau menggunakan programmer *Nonvolatile Memory* konvensional. Dalam sistem mikrokontroler terdapat dua hal yang mendasar, yaitu: perangkat lunak dan perangkat keras yang keduanya saling terkait dan mendukung.

2.1.2. Perangkat keras mikrokontroler AT89S51

Secara umum Mikrokontroler AT89S51 memiliki :

- CPU 8 bit termasuk keluarga MCS-51
- 4 Kb Flash memory
- 128 byte Internal RAM
- 32 buah Port I/O, masing - masing terdiri atas 8 jalur I/O
- 2 Timer / counter 16 bit
- 2 Serial Port Full Duplex
- 2 DPTR (*Data pointer*)
- *System Interrupt* dengan 2 sumber *Interrupt* eksternal dan 4 sumber *Interrupt* internal.
- Fleksibel ISP Programming

Dengan keistimewaan diatas pembuatan alat menggunakan AT89S51 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Adapun blok diagram dari Mikrokontroler AT89S51 adalah sebagai berikut:

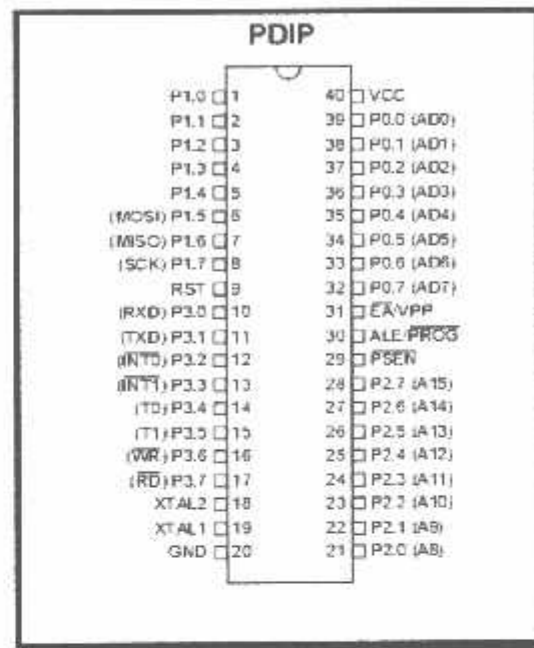


Gambar 2-1. Diagram Blok Mikrokontroler AT89S51
Sumber : Datasheet AT89S51 :3

2.1.3. Konfigurasi Pena-Pena Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 terdiri dari 40 pin dengan konfigurasi sebagai

Berikut :



Gambar 2-2. Konfigurasi Pena-Pena AT89S51
Sumber : Datasheet AT89S51 : 2

Fungsi tiap-tiap pin-nya adalah sebagai berikut :

- VCC (Supply tegangan), pin 40
- GND (*Ground*), pin 20
- Port 0, pin 32 – 39

Merupakan port input-output dua arah, tanpa internal pull-up dan dikonfigurasi sebagai multipleks bus alamat rendah (A₀ - A₇) dan data selama pengaksesan memory eksternal. Setiap pin-nya dapat mengendalikan

langsung 8 beban TTL. Port0 juga menerima dan mengeluarkan *code byte* selama proses pemrograman dan verifikasi ROM/EEPROM internal.

- Port 1, pin 1 - 8

Merupakan port input-output dua arah dengan internal pull-up yang dapat mengendalikan beban 4 TTL secara langsung dan mempunyai kegunaan lain yaitu sebagai port ISP header.

Tabel 2.1 Port ISP Header

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

Sumber : Datasheet AT89S51

- Port 2, pin 21 - 28

Merupakan port input-output dengan internal pull-up. Mengeluarkan alamat tinggi selama pengambilan program memory external.

- Port 3, pin 10 - 17

Merupakan port input-output dengan internal pull-up, dimana Port 3 juga memiliki fungsi khusus dan dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 2-2 Fungsi Khusus Pada Port 1

Simbol	Posisi	Nama dan arti
/RD	P3.7	<i>External data memori read strobe</i>
/WR	P3.6	<i>External data memori write strobe</i>
T1	P3.5	<i>Timer / counter 1 external input</i>
T0	P3.4	<i>Timer / counter 0 external input</i>
/INT1	P1.3	<i>External interrupt 1</i>
/INT0	P1.2	<i>External interrupt 0</i>
TXD	P1.1	<i>Serial data output port</i>
RXD	P1.0	<i>Serial data input port</i>

- RST (*Reset*), pin 9

Input Reset merupakan reset master untuk AT89S51.

- ALE/ Prog (*Address Latch Enable*), pin 30

Digunakan untuk memberikan sinyal *latch* pada alamat rendah pada multipleks *bus addres* dan data.

- PSEN (*Program Store Enable*), pin 29

Merupakan sinyal pengontrol yang memperbolehkan program memori eksternal masuk ke dalam bus.

- EA / VPP (*External Access*), pin 31

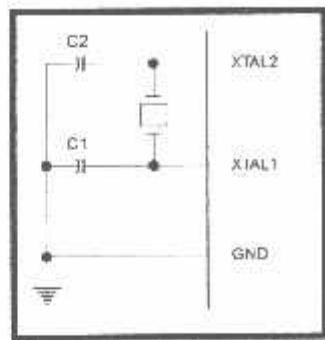
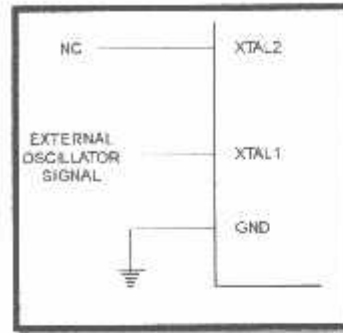
Dapat diberikan logika rendah (*Ground*) atau logika tinggi (+5V). Jika diberikan logika tinggi maka mikrokontroller akan mengakses program dari ROM internal (*EEPROM / Flash Memory*), dan jika diberikan logika rendah maka mikrokontroller akan mengakses program dari memori eksternal.

- X-TAL 1 dan X-TAL 2, pin 19,18

Kaki ini dihubungkan dengan kristal bila menggunakan *osilator internal*. XTAL 1 merupakan *input inverting osilator amplifier* sedangkan XTAL 2 merupakan *output inverting osilator amplifier*.

2.1.4. Karakteristik *Oscillator Inverting*.

XTAL 1 dan XTAL 2 secara berurutan merupakan *input* dan *output* dari sebuah *inverting amplifier* yang dapat dikonfigurasi penggunaannya sebagai *on chip oscillator* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-3a dibawah ini. XTAL 1 dan XTAL 2 ini dapat menggunakan sebuah *kristal quartz* maupun *resonator keramik*.

a) *Oscillator Connector*b) *External Clock Configuration***Gambar 2-3.** Karakteristik *Oscillator*Sumber : *Datasheet AT89S51 : 11*

Untuk memberikan AT89S51 sumber *clock external*. Maka pin XTAL 2 dibiarkan tidak terhubung, dan XTAL 1 dihubungkan dengan sumber *clock external* seperti pada gambar 2-3b.

2.1.5. Organisasi Memory.

Mikrokontroller AT89S51 memiliki ruang alamat memori data dan memori program yang terpisah. Pemisahan memori program dan memori data tersebut membolehkan memori data diakses dengan alamat 8-bit, sehingga dapat dengan cepat dan mudah disimpan dan dimanipulasi oleh CPU 8-bit. Namun demikian, alamat memori data 16-bit bisa juga dihasilkan melalui register DPTR.

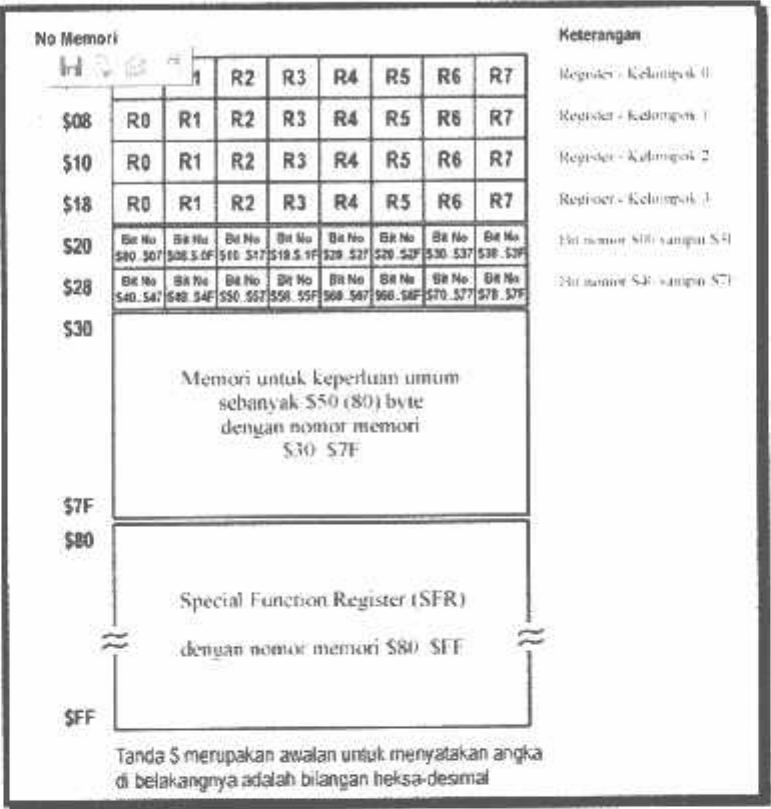
2.1.5.1. Program Memory

Program memori hanya dapat dibaca, tidak dapat ditulis. Disini tersimpan program yang akan dijalankan oleh AT89S51 dan data-data konstanta. Sinyal pembacaan EPROM eksternal adalah dari pin- $\overline{\text{PSEN}}$. Pada AT89S51 ada dua tipe organisasi memori dari program memori, yaitu :

- Pengaksesan program memori sebagian berasal dari internal EPROM yang menempati alamat terendah dan alamat berikutnya dari EPROM eksternal. Sebagai contoh alamat 4 Kbyte program memori terendah adalah ROM internal dan alamat berikutnya adalah pada EPROM.
- Pengaksesan program memori yang semuanya dari eksternal EPROM.

2.5.5.2 Data Memori

Data memori menempati alamat yang terpisah dari program memori. Data memori merupakan tempat penyimpanan data variabel, operasi *stack* dan sebagainya. Data memori dapat dibaca dan ditulis. Sinyal pembacaan untuk eksternal RAM berasal dari pin $\overline{\text{RD}}$ dan untuk penulisan berasal dari pin $\overline{\text{RW}}$. Peta data memori digambarkan sebagai berikut :



Gambar 2-4. Denah Memori Data
Sumber : www.ALDS.edu.com

Alamat 00H-FFH merupakan alamat dari internal RAM yang dapat dialamati dalam dua mode. Pada alamat 00H-7FH dapat dialamati dalam *mode direct* maupun *indirect addressing*. Alamat 80H-FFH hanya dapat dialamati dalam *mode direct addressing*. Diluar alat tersebut merupakan alamat eksternal RAM, 32 byte terendah data memori terbagi atas 4 buah bank yang masing-masing terdiri atas 8 buah register. Kombinasi dari bank ini ditentukan oleh register PSW. Register-register tersebut adalah R0 sampai R7 yang menempati

alamat 00H-1FH. Diatasnya merupakan segmen bit *addresable* yang besarnya 16 byte, menempati alamat 20H sampai 2F11. Alamat berikutnya yaitu mulai 30H sampai 7FH dapat dipakai sebagai data RAM.

Setelah kondisi reset, kondisi baku register SP (*stack pointer*) akan menuju alamat 07H dan begitu program dijalankan isi register SP akan ditambah 1 (menunjuk ke alamat 08H). Dan ini merupakan register bank 1 register R0. Bila memakai lebih dari satu bank register maka SP harus diinisialisasikan kelokasi yang lain.

2.1.6. SFR (*Special Function Register*)

Register Fungsi Khusus (*Special Function Register*) terletak pada 128 byte bagian atas memori data internal dan berisi register-register untuk pelayanan latch port, timer, program status words, control peripheral, dan sebagainya. Alamat register fungsi khusus ditunjukkan pada tabel 2-3

Tabel 2-3. Special Function Register

Simbol	Nama Register	Alamat
ACC	Accumulator	E0H
B	Register B	F0H
PSW	Program Status Word	D0H
SP	Stack Pointer	81H

DPTR	Data Pointer	
DPL	Bit Rendah	82H
DPH	Bit Tinggi	83H
P0	Port 0	80H
P1	Port 1	90H
P2	Port 2	A0H
P3	Port 3	B0H
IP	Interrupt Periority Control	D8H
IE	Interrupt Enable Control	A8H
TMOD	Timer/Counter Mode Control	89H
TCON	Timer/Counter Control	88H
TH0	Timer/Counter High 0	8CH
TL0	Timer/Counter Low 0	8AH
TH1	Timer/Counter High 1	8DH
TL1	Timer/Counter Low 1	8BH
SCON	Serial Control	98H
SBUF	Serial Data Buffer	99H
PCON	Power Control	87H

Beberapa macam register fungsi khusus yang sering digunakan adalah sebagai berikut ini :

- *Accumulator* (ACC) merupakan register untuk penambahan dan pengurangan. Perintah *mnemonic* untuk mengakses akumulator disederhanakan sebagai A.
 - *Register B* merupakan register khusus yang berfungsi melayani operasi perkalian dan pembagian.
 - *Stack Pointer* (SP) merupakan register 8 bit yang dapat diletakkan di alamat manapun pada RAM internal.
 - *2 Data Pointer* (DPTR) terdiri dari dua register, yaitu untuk byte tinggi (*Data Pointer High*, DPH) dan byte rendah (*Data Pointer Low*, DPL) yang berfungsi untuk mengunci alamat 16 bit.
 - *Port 0* sampai *Port 3* merupakan register yang berfungsi untuk membaca dan mengeluarkan data pada port 0, 1, 2, 3. Masing-masing register ini dapat di alamat per-byte maupun per-bit.
 - *Control Register* terdiri dari register yang mempunyai fungsi kontrol. Untuk mengontrol sistem interupsi, terdapat dua register khusus, yaitu register IP (*Interrupt Priority*) dan register IE (*Interrupt Enable*). Untuk mengontrol pelayanan timer/counter terdapat register khusus, yaitu register TCON (*timer/counter control*) serta pelayanan port serial menggunakan register SCON (*Serial Port Control*).
-

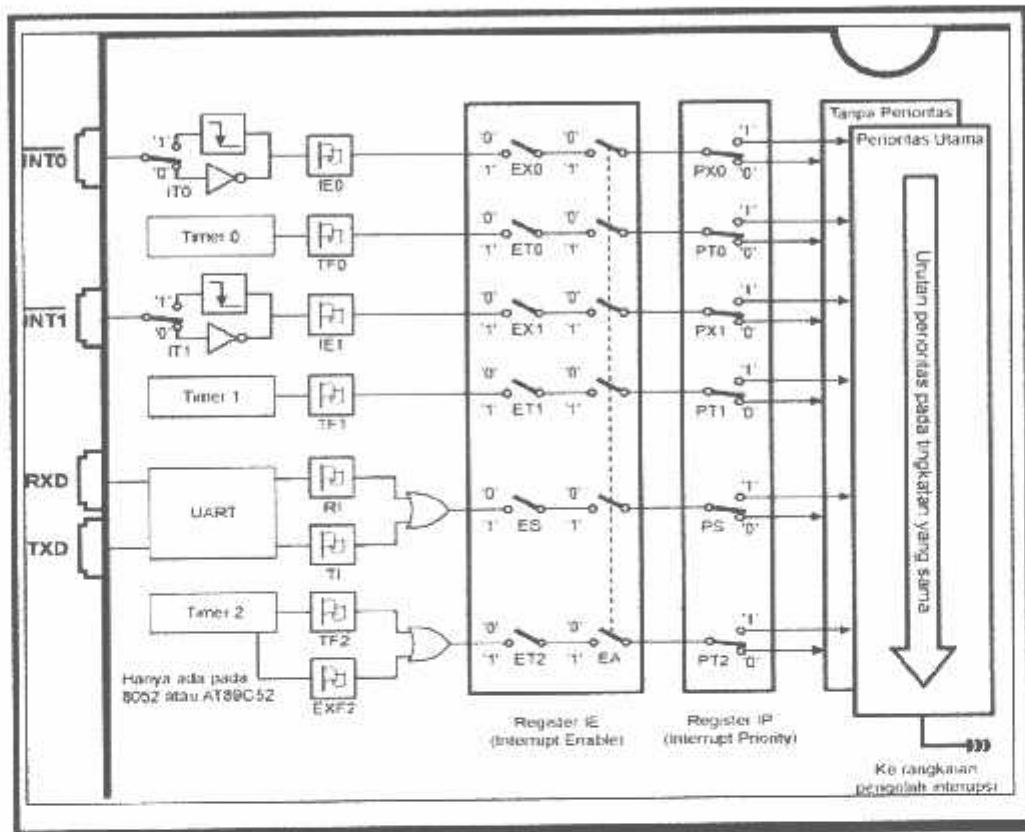
2.1.7. Sistem Interupsi

Mikrokontroller AT89S51 mempunyai 5 buah sumber interupsi yang dapat membangkitkan permintaan interupsi, yaitu INT0, INT1, T0, T1 dan Port Serial. Saat terjadinya interupsi mikrokontroller secara otomatis akan menuju ke subrutin pada alamat tersebut. Setelah interupsi selesai dikerjakan, mikrokontroller akan mengerjakan program semula. Tiap-tiap sumber interupsi dapat *enable* atau *disable* secara software.

Tingkat prioritas semua sumber *interrupt* dapat diprogram sendiri-sendiri dengan *set* atau *clear* bit pada (*Interrupt Priority*). Jika dua permintaan interupsi dengan tingkat prioritas yang berbeda diterima secara bersamaan, permintaan interupsi dengan prioritas tertinggi yang akan dilayani. Jika permintaan interupsi dengan prioritas yang sama diterima bersamaan, akan dilakukan polling untuk menentukan mana yang akan dilayani.

Kedudukan saklar dalam gambar dibawah ini menggambarkan kedudukan awal setelah MCS51 di-reset.

Gambar ini sangat membantu saat penulisan program menyangkut interupsi MCS51.



Gambar 2-5. Sumber Intrupsi
 Sumber : www.alds.edu.com

2.2 FotoDioda

Merupakan rangkaian yang peka terhadap sekumpulan cahaya yang mengarah pada komponen ini. Di sebutkan bahwa penangkapan cahaya menggunakan foto dioda mampu menangkap sinar yang dipancarkan oleh inframerah, laser maupun LED. Foto dioda dapat disebut sebagai tranduser sebab

mengubah energi cahaya menjadi sinyal pulsa listrik, jadi semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh foto dioda maka pulsa listrik akan semakin baik pula, dengan kata lain pulsa listrik akan semakin banyak dihasilkan memerlukan cahaya yang semakin besar. Begitu pula sebaliknya, bila intensitas cahaya yang diterima oleh foto dioda maka semakin kecil besaran arus listrik yang diterima. Oleh karena itu fotodioda dapat pula disebut sebagai fotodetektor, jika terdapat sinar yang tertangkap oleh foto dioda akan menghasilkan tegangan listrik sebesar 0.5 volt dengan arus bergantung pada intensitas pancayaayaan yang masuk kedalam foto dioda.

2.3. LED (*light emitting diode*)

LED (*light emitting diode*) merupakan dioda yang memancarkan cahaya dengan intensitas yang cukup kuat. Pada dioda dibias forward, electron pita konduksi melewati junction dan jatuh ke dalam hole. Pada saat electron jatuh ke dalam pita valensi, maka akan memancarkan energi. Pada diode penyearah, energi ini keluar sebagai panas, akan tetapi pada LED (*light emitting diode*), energi dipancarkan sebagai cahaya. Dengan menggunakan unsur seperti gallium, arsen dan phosphor dapat membuat LED berwarna dengan berbagai vareatif yaitu merah, kuning, hijau dan inframerah.



Gambar 2-6 Dioda dan Simbol dioda
Sumber : www.alds.edu.com

Inframerah memnancarkan cahaya monokratis (yang tidak tampak oleh mata manusia) spectrum frekuensi cahaya secara umum dibagi menjadi 3 [Wilson dan Howkes, 1989:2] :

- Inframerah memiliki panjang gelombang 0.3 mm sampai dengan 0.7 μm
- cahaya tampak memiliki panjang gelombang 0.7 μm sampai dengan 0.4 μm
- ultraviolet memiliki panjang gelombang sebesar 0.4 μm sampai dengan 0.03 μm

gelombang elektromagnetik merupakan penyusun inti cahaya yang berada dalam spectrum elektomagnetik yang memiliki jangkauan sangat lebar. Pada jarak yang sama, seluruh spectrum elektromagnetik tersebut mempunyai kecepatan yang sama tetapi frekuensi yang berbeda sesuai dengan panjang gelombangnya [sears and zemansky, 1994:704] berlaku bahwa

$$e = \lambda \cdot f$$

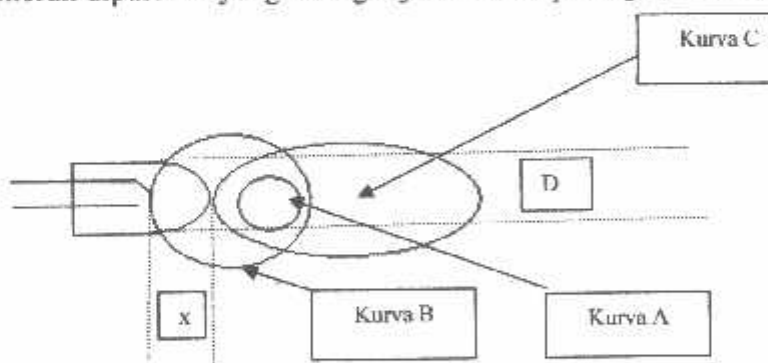
dimana : e = Kecepatan Cahaya (m/s)

λ = panjang gelombang

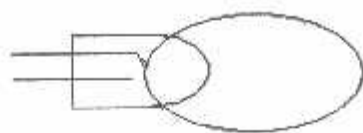
f = Frekuensi

spectrum frekuensi cahaya disebut inframerah bila panjang gelombang adalah $0.78 \mu\text{m}$ sampai dengan $1000 \mu\text{m}$, frekuensi $2,5 \cdot 10^{14}$ Hz sampai $2,0 \cdot 10^{14}$ Hz [Skoog and Leary, 1992:253]

pola radiasi cahaya : pola radiasi menggambarkan intensitas yang dipancarkan inframerah dari segala arah. Kebanyakan sumber cahaya mempunyai bentuk radiasi yang simetri, disekitar pusat sumbu tedapat beberapa macam pola radiasi inframerah yang terlihat pada gambar 2.7, sedangkan pada bentuk pola radiasi LED inframerah dipasaran yang sering dijual adalah pada gambar 2.8 dibawah ini.



Gambar 2-7 Macam radiasi inframerah



Gambar 2-8 LED inframerah yang dijual secara umum
Sumber : Skoog and Leary 1992:253

Bentu pola radiasi dipengaruhi oleh posisi sumber cahaya terhadap pusat pusat kelengkungan pembungkus (*package*) gelas atau plastik LED inframerah. Hubungan pola radiasi LED inframerah dengan Posisi sumber cahaya pada table 2.4 dibawah ini

Table 2-4 Pengaruh posisi sumber cahaya X terhadap Jari-Jari (r)

Kurva	Jarak	Pola radiasi
A	≈ 0	Bulat
B	$D / 2$	Bulat
C	$> D/2$	Lonjong

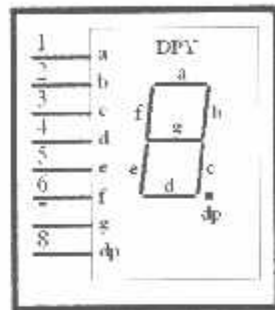
2.4. Seven Segment Display

Ada dua macam alat peraga seven segment yang biasa dipakai, yaitu dioda pemancar cahaya (*light emitting diode* atau LED) dan peraga krystal (*liquid crystal display* atau LCD). Keduanya merupakan peralatan zat padat, LED mengandalkan pada pancaran cahaya waktu pertemuan p-n semikonduktor dibias maju, dan LCD mengandalkan pada transmisi atau absorbsi kristal-kristal tertentu yang ditempatkan dalam medan listrik. Keuntungan utama LCD adalah konsumsi daya-nya yang rendah, tapi kerugiannya tidak dapat dilihat pada tempat gelap.

Dalam sebuah peraga seven segment LED diatur dalam suatu pola seperti yang ditunjukkan pada gambar 2-9. Dengan menyinari segment E dan F kita peroleh bilangan desimal satu (1). Bilangan lima (5) diperoleh dengan menyinari segment A,F,G,C dan D dan seterusnya. Hanya bilangan nol (0) sampai sembilan (9) dan beberapa simbol khusus(seperi tanda -) serta beberapa huruf abjad (seperti C dan F) dapat diperagakan dengan peraga seven segment ini. Peraga mempunyai sebuah titik desimal di sebelah kiri atau sebelah kanan digit. Peraga LED dapat diperoleh dalam berbagai macam warna, umumnya merah, jingga, hijau, kuning.

Karakter yang ditampilkan pada display tergantung pada segment data pada posisi LED gelap, gelap state "1" atau terang state"0" untuk *common anoda*. LED merupakan dasar dari dioda hubungan P-N, bila dioda dibias maju, terus mengalir melalui hubungan.P-N dan cahaya yang dipancarkan difokuskan oleh lensa plastik, yang memungkinkan pemakai melihat cahayanya. Kebanyakan LED dibuat dari gallium arseneda (Ga As) dan gabungan beberapa bahan.

Sedangkan pada dioda LED sangat sensitive terhadap polaritas, sehingga katoda (K) harus dihubungkan dengan terminal negatif dan anoda harus dihubungkan dengan terminal positif catu daya. Berikut gambar rangkaian penampilan *seven segment common Anoda*.

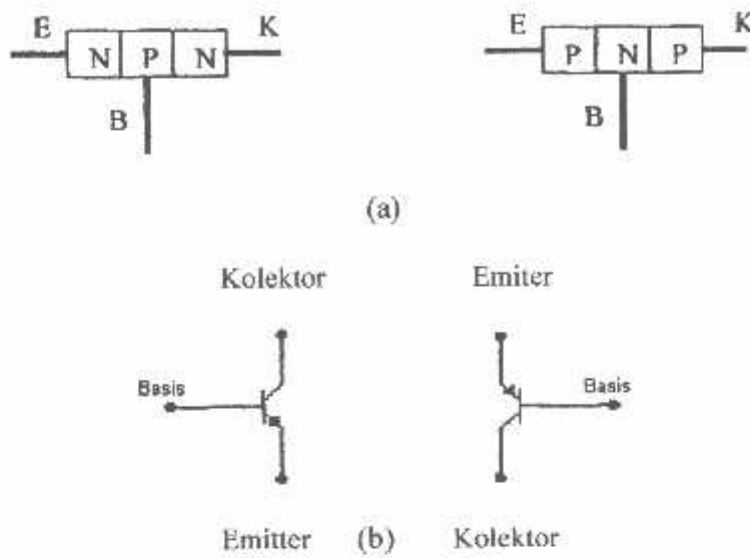


Gambar 2-9 Seven Segment
Sumber : Malvino :1985 : 209

2.5. Transistor Bipolar

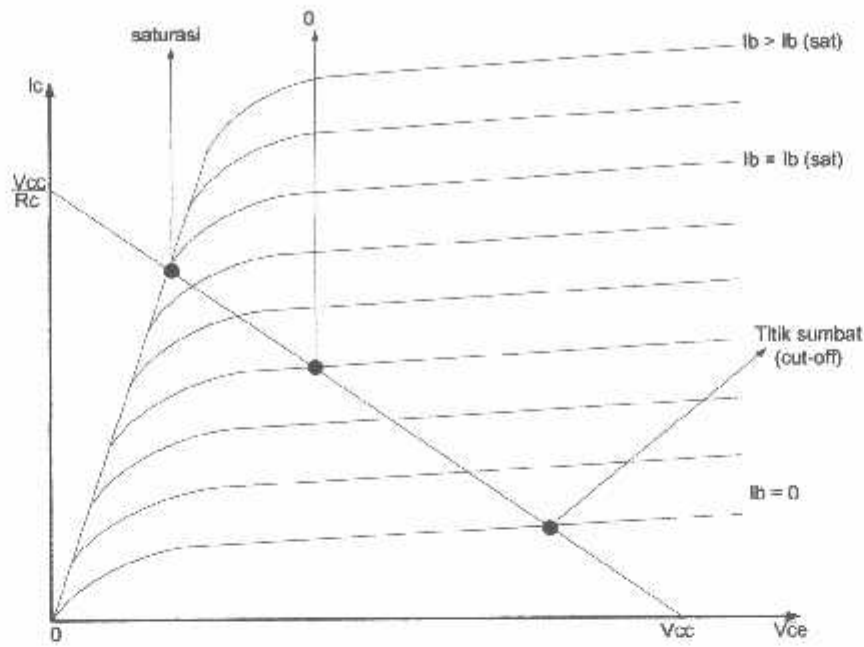
Transistor berasal dari perkataan “transfer dan resistor “ yang artinya perpindahan atau perubahan perlawanan. Arus yang mengalir berupa arus lubang (hole) dan arus elektron atau berupa pembawa mayoritas dan minoritas. Oleh karena itu transistor ini dinamakan “transistor bipolar “.

Transistor merupakan salah satu komponen aktif yang mempunyai tiga kaki yang disebut dengan kolektor, basis dan emitter. Pada umumnya untuk memudahkan dalam menentukan kaki-kaki tersebut pada badan transistor diberi tanda tertentu. Berdasarkan pada tipenya, transistor terdiri dari dua macam type yaitu type NPN dan PNP.



Gambar 2-10. a). Penggabungan Semikonduktor NPN dan PNP
 b). Simbol Transistor Type NPN dan PNP
Sumber :A.R Margunadi : 1986 :162

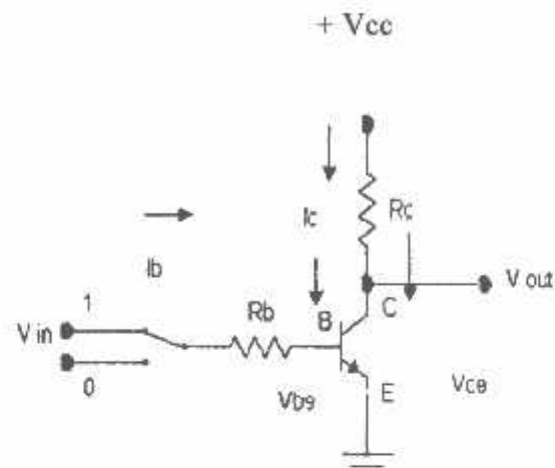
Fungsi dari transistor dapat dipakai sebagai saklar otomatis, penguat tegangan, arus maupun daya. Ditinjau dari macam dan konstruksinya yang demikian banyak tergantung kebutuhan. Sedangkan untuk pemberian tegangan pada transistor adalah agar transistor tersebut dapat mencapai suatu kondisi menghantar atau menyumbat. Baik transistor NPN maupun PNP, tegangan antara emitor dan basis adalah forward bias, sedang antara basis-kolektor tegangan reverse bias. Hanya beda polaritasnya saja. Tegangan muka (bias), didapatkan dua kondisi yaitu menghantar dan menyumbat. Misalnya pada transistor NPN, sedang pada transistor PNP berlaku sebaliknya.



Gambar 2-11. Karakteristik Transistor
Sumber : Gatot Suedarto ,279

2.5.1. Transistor sebagai saklar

Transistor dapat digunakan sebagai suatu saklar (*switch*) yaitu dengan cara mengoperasikan transistor pada titik tersumbat (*cut-off*) dan titik jenuh (*saturation*). Jika transistor berada pada titik tersumbat, maka transistor berfungsi sebagai saklar terbuka dan jika transistor berada pada titik jenuh, maka transistor berfungsi sebagai saklar tertutup.



Gambar 2-12. Rangkaian Transistor Sebagai Saklar
Sumber : Galot Suedarto ,281

Seperti terlihat pada gambar, penjumlahan tegangan pada loop input adalah:

$$V_{in} = (I_b \times R_b) + V_{be}$$

Sehingga arus basis :

$$I_b = \frac{V_{in} - V_{be}}{R_b} \text{ Ampere}$$

Dimana :

I_b = Arus basis (Ampere)

V_{in} = Tegangan input (Volt)

V_{be} = Tegangan basis emiter (Volt)

R_b = Tahanan pada basis (Ohm)

Jika $V_b = 0$, transistor akan tersumbat karena $I_b = 0$. Arus kolektor $I_c = 0$, sehingga tegangan kolektor emitor menjadi tinggi ($V_{ce} = 1$). Dalam hal ini transistor berfungsi sebagai saklar terbuka dimana dengan tidak adanya arus I_b , maka tegangan output (V_{out}) sama dengan tegangan supply (V_{cc}). Sebaliknya transistor akan berfungsi sebagai saklar tertutup apabila basis diberi tegangan sehingga I_c dilalui arus dan tegangan Kolektor emitor menjadi rendah ($V_{ce} = 0$). Dalam penggunaan transistor sebagai saklar agar transistor benar-benar dalam keadaan saturasi maka arus basis (I_b) harus lebih besar dari hasil bagi arus kolektor dan pembesaran arus dari transistor (h_{fe}).

BAB III

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1. Pendahuluan

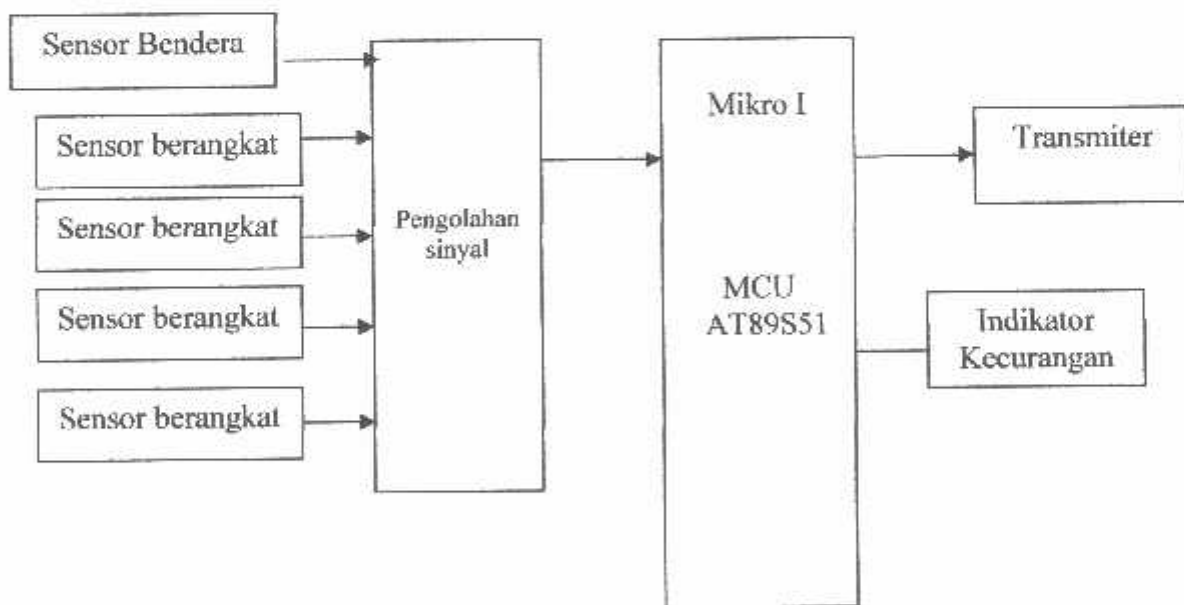
Pada dasarnya perencanaan alat yang dibuat dalam Tugas Akhir ini meliputi perencanaan perangkat keras dan perencanaan perangkat lunak (hardware dan software). Komponen yang dipakai dalam perencanaan ini antara lain : mikrokontroller AT89S51 sebagai kontrol utama, dengan komponen pendukung meliputi : LED infra merah, Foto Dioda, Decoder Seven Segmen (IC 7447), Seven segmen, transistor (BC 547 dan BC 557).

Cara kerja dari alat ini secara garis besar dapat dijelaskan sebagai berikut : Sensor Infra merah (cahaya) akan mendeteksi jalur lintasan di tiap *pit line* (garis Start), untuk mendeteksi keberangkatan pelari, sebelum pelari tersebut mendapat peringatan atau aba-aba untuk melakukan lari dari wasit keberangkatan melalui bendera, sehingga akan mengetahui posisi pelari di masing-masing *pit line* (Garis keberangkatan) dan untuk mendeteksi pelari yang melakukan kecurangan pada saat start. Dimana saat bendera berkibar akan menghalangi sensor cahaya (foto dioda yang mendapat cahaya dari LED terhalang bendera) dan di saat pelari mulai lari, maka data akan dikirimkan melalui infra merah ke garis finish dan diterima foto dioda yang akan mengaktifkan mikrokontroller di garis finish untuk melakukan pencatatan waktu yang ditampilkan ke dalam seven segmen dan

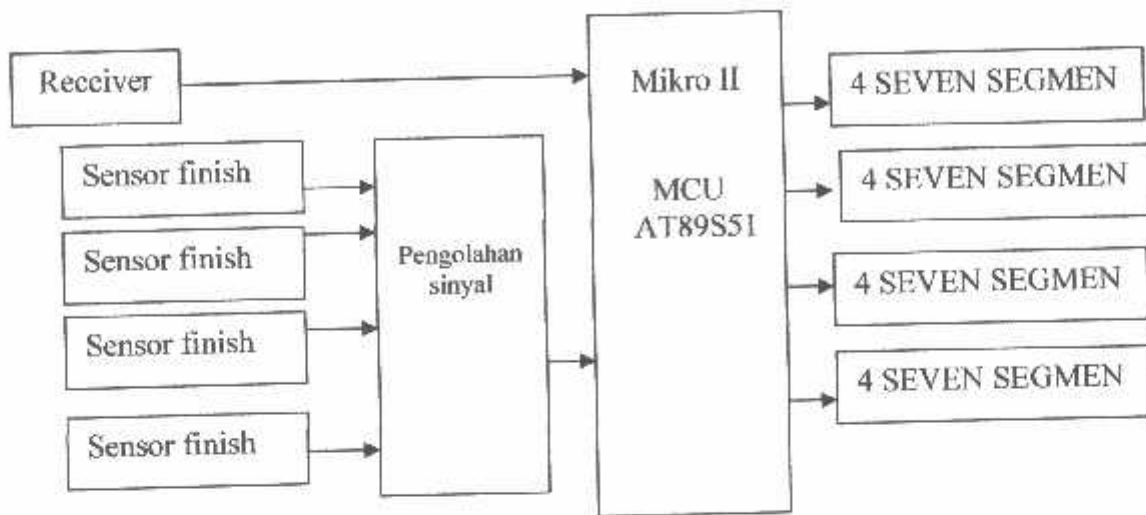
penghitungan waktu akan berhenti saat pelari tersebut melewati sensor cahaya pada garis finish.

3.2. Perencanaan Perangkat Keras

Dalam Tugas Akhir ini, perencanaan dan pembuatan Alat Pencatat Waktu Lari Sprint 100 m secara Otomatis dengan Sistem Wireless Berbasis Mikrokontroller AT89S51 sebagai alat kontrol utama dan menggunakan komponen lain sebagai komponen pendukung. Sebelum membuat perangkat keras terlebih dahulu direncanakan blok diagram yang akan dibuat, dan membahasnya sesuai dengan blok diagram. Adapun blok diagram yang direncanakan adalah sebagai berikut :



a).Mikrokontroller 1 (Pemencar)



b). Mikrokontroller 2(Penerima)

Gambar 3-1. Blok Diagram Pencatatan Waktu lari Sprint 100 m

Pada blok diagram pengontrol Pencatatan Waktu lari Sprint 100 m diatas menunjukan bahwa terdapat dua bagian utama yaitu sensor cahaya sebagai inputan sedangkan seven segment, lampu indikator output.

Dari blok diagram diatas dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sensor Cahaya

Digunakan untuk mendeteksi terjadinya proses awal strat dan finish untuk mengaktifkan proses pencatatan waktu. Dalam hal ini Foto Dioda dan LED menjadi suatu rangkaian sensor yang berperan sangat penting.

2. Pengkondisi Sinyal

Transistor BC547 yang digunakan sebagai pemberi tanda bahwa sensor start / sensor finish telah dilewati. Dimana transistor ini berfungsi sebagai saklar, yang akan dihubungkan ke dalam mikrokontroler untuk di lakukan proses selanjutnya.

3. Mikrokontroller AT 89S51

Mikrokontroller AT89S51 digunakan sebagai kontrol utama untuk menggerakan keseluruhan sistem dalam proses penghitungan waktu, dan menampilkannya pada display.

4. Seven Segment

Merupakan piranti yang digunakan sebagai display atau sebagai alat keluaran berupa angka-angka dari penampilan waktu tempuh. Dimana seven segment yang dipakai adalah jenis *common anoda*.

3.2.1 Perencanaan Sensor Cahaya

Sensor Cahaya yang digunakan pada perencanaan alat ini adalah Fotodioda. merupakan pengindra cahaya yang memberikan tegangan keluaran berbanding langsung dengan cahaya yang masuk dari LED. Ini berarti bahwa bila ada cahaya masuk, maka akan menghasilkan tegangan. Alasan penggunaan sensor ini karena mempunyai kepekaan terhadap cahaya dan kecepatan menangkap cahaya yang masuk sangat cepat. Dalam perancangan sensor ini menggunakan pasangan sensor cahaya berupa *infra red* sebagai pemancarnya dan foto dioda sebagai penerimanya.

Dimana diketahui bahwa I_{vr} (*inframerah*) = 20 mA, dan $V_{ir} = 1,2$ V sehingga besaran resistor yang diperlukan untuk LED Inframerah tersebut adalah dimana $V_{cc} = 5$ V

$$\begin{aligned} R_i &= \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}} \\ &= \frac{5V - 1,2V}{20mA} \\ &= 190 \Omega \approx 220 \Omega \end{aligned}$$

Untuk fotodioda sebagai penerima cahaya memiliki $I_{pd} = 0.5$ mA dan $V_{cc} = 5$ V maka R_c adalah

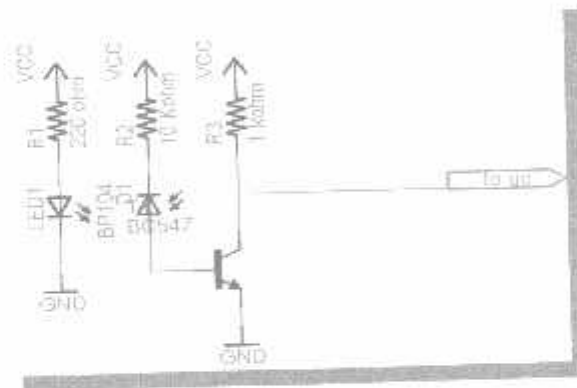
$$R_{pd} = \frac{V_{cc}}{I_{pd}}$$

$$= \frac{5V}{0,5mA}$$

$$= 10 \text{ K } \Omega$$

Jadi nilai-nilai resistor yang dipasangkan adalah R_i 220 Ω dan R_{pd} 10 K Ω karena nilai-nilai tersebut ada dipasaran

Berikut adalah rangkaian *infra red* dan foto dioda beserta pengkondisi sinyalnya.



Gambar 3-2. Rangkaian Sensor Cahaya

Pada gambar diatas komponen utamanya adalah *infra red* dan foto dioda. *Infra red* bertugas memancarkan cahaya kemudian ditangkap oleh foto dioda. Sifat dari foto dioda bilamana terkena cahaya dari *infra red* maka hambatan pada dirinya menjadi kecil begitu juga sebaliknya. Hal ini dimanfaatkan untuk mengolah tegangan menjadi aktif *high* atau aktif *low* dengan membangun rangkaian pembagi tegangan. resistor pada rangkaian pembagi tegangan berfungsi untuk memberikan arus pada basis. Perubahan arus yang terjadi pada basis, bergantung pada intensitas pencahayaan yang masuk dari Fotodioda oleh

cahaya *infra red* . saat tidak ada cahaya yang masuk ke dalam fotodioda (terhalang), maka transistor BC547 akan dalam keadaan *cut off*, akan memberikan keluaran *high* pada mikrokontroller, sehingga akan mengaktifkan mikrokontroller untuk melakukan proses selanjutnya.

3.2.2 Perencanaan Rangkaian Display Seven Segment

Dalam perencanaan ini tampilan menggunakan seven segment, yang berfungsi sebagai tampilan waktu.

Setiap display dibangun dari empat buah seven segment beserta komponen pendukungnya berupa 4 buah transistor BC547 dan resistor yang berfungsi sebagai driver untuk mengaktifkan seven segment. 2 digit pertama digunakan sebagai penampil detik dan 2 digit berikutnya digunakan sebagai milidetik dimana perencanaan rangkaian pendukungnya adalah sebagai berikut :

Diketahui : $I_{led}(\text{seven segment}) = 20 \text{ mA}$, $V_{led} = 2 \text{ volt}$ dan dari data sheet didapat H_{fe} transistor BC557 adalah 300, maka R_c maupun R_b dapat dicari dengan persamaan sebagai berikut :

$$R_c = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

$$= \frac{5V - 2V}{20mA}$$

$$= 150 \text{ Ohm}$$

$$I_b = \frac{I_c}{H_{fe}}$$

$$= \frac{15mA}{300}$$

$$= 0.00005 \text{ Ampere}$$

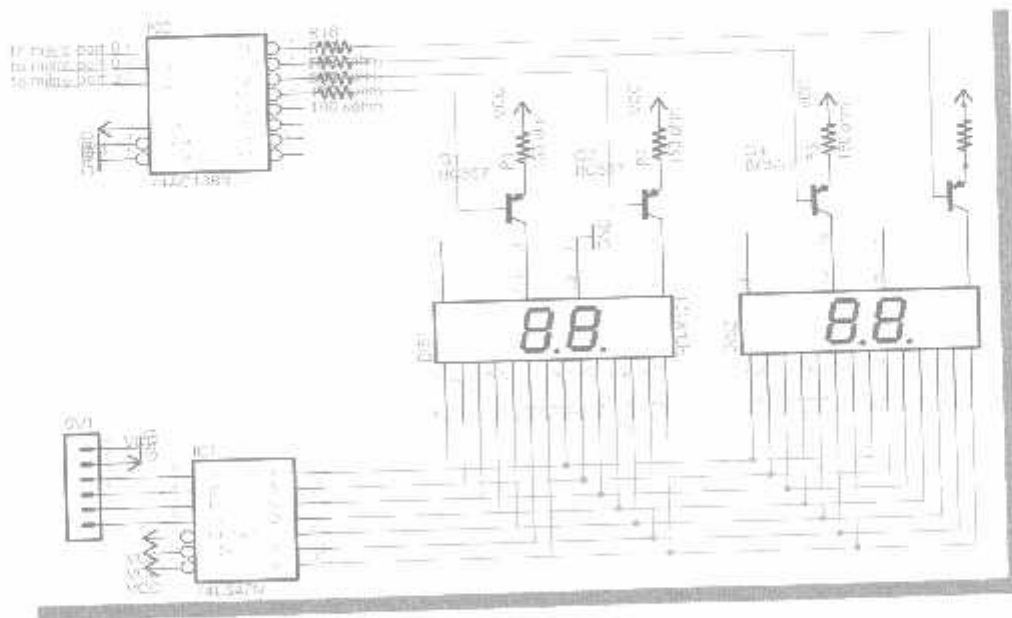
$$R_b = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_b}$$

$$= \frac{5 - 0,7}{0.00005 A}$$

$$= 86 K\Omega \approx 100 K\Omega$$

Jadi nilai-nilai resistor yang dipasangkan adalah R_c 150 Ohm dan R_b 100K Ω

karena nilai-nilai tersebut ada dipasaran



Gambar 3.3 Rangkaian seven segment

3.2.3. Perencanaan Port Mikrokontroller AT89S51 bagian Start

Dalam hal ini Perencanaan port pada minimum sistem AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. EA / Vpp

Dihubungkan dengan sumber +5 Volt

2. Port 0

Merupakan port input/output serbaguna, digunakan sebagai indikator bila terjadi kecurangan, berupa bunyi yang berasal dari Buzzer dan proses pengiriman data menuju mikrokontroller 2.

3. Port 1

Merupakan port input/output serbaguna, digunakan sebagai sensor start, yang berfungsi sebagai indikator kecurangan dan indikator bila perlombaan berjalan normal, tanpa ada pelanggaran pada Start.

4. Port 2

Merupakan port input/output serbaguna, digunakan sebagai sensor start, yang berfungsi sebagai indikator sekaligus sebagai tanda dimulainya perhitungan waktu.

5. RST (*Reset*)

Sebagai input reset master AT89S51

6. X1 dan X2

Dihubungkan dengan rangkaian clock minimum system

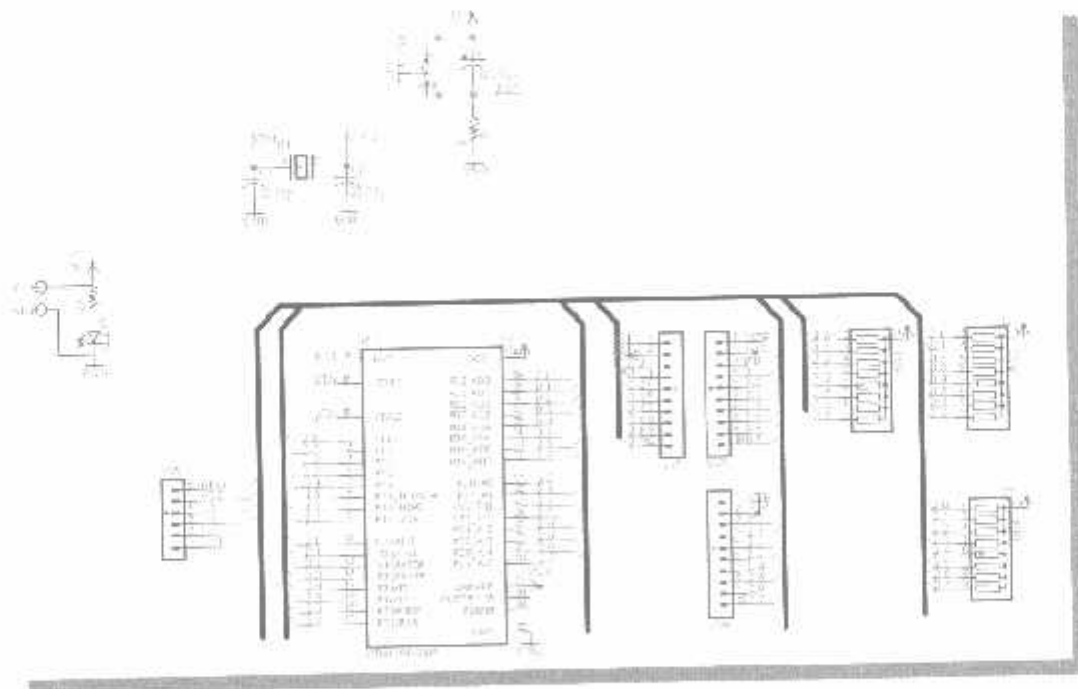
7. GND (*Ground*)

Dihubungkan dengan negatif dari suplay tegangan

8. ALE/Prog dan PSEN

Memiliki fungsi khusus seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya

Gambar dari perencanaan port-port pada mikrokontroller adalah sebagai berikut :



Gambar 3.4 Rangkaian Mikrokontroller bagian Start

3.2.4. Perencanaan Port Mikrokontroller AT89S51 bagian Finish

Dalam hal ini Perencanaan port pada minimum sistem AT89S51 adalah sebagai berikut :

1. EA / Vpp

Dihubungkan dengan sumber +5 Volt

2. Port 0

Merupakan port input/output serbaguna, digunakan sebagai selektor untuk scanning 7-segment dengan tambahan IC decoder 74LS138.

3. Port 1

Merupakan port input/output serbaguna, digunakan sebagai Receiver (port 1.0) yang akan mengolah data menuju seven segment.

4. Port 2

Merupakan port I/O dua arah dengan internal pull-up, digunakan sebagai keluaran data untuk 7-segment, yang dihubungkan ke IC dekoder 74ls47

5. Port 3

Digunakan sebagai masukan untuk sensor cahaya, dan menghentikan perhitungan waktu

6. RST (*Reset*)

Sebagai input reset master AT89S51

7. X1 dan X2

Dihubungkan dengan rangkaian clock minimum system

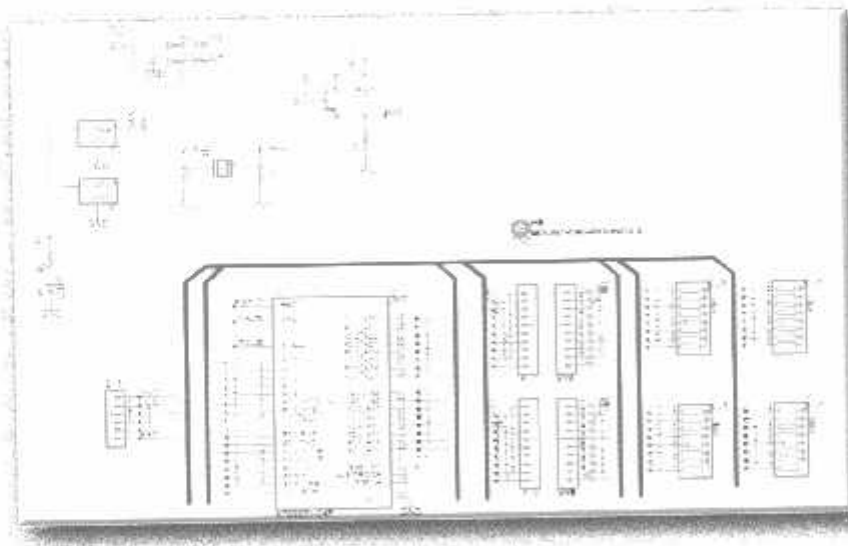
8. GND (*Ground*)

Dihubungkan dengan negatif dari suplay tegangan

9. ALE/Prog dan PSEN

Memiliki fungsi khusus seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya

Gambar dari perencanaan port-port pada mikrokontroller adalah sebagai berikut :



Gambar 3.5 Rangkaian Mikrokontroller bagian Finish

3.2.5. Rangkaian Reset

Rangkaian reset bertujuan agar mikrokontroller dapat melakukan proses dari awal jika terjadi kerancuan yang diakibatkan oleh banyak hal, seperti kelebihan arus, perubahan tegangan, dan lain lain. Rangkaian reset untuk mikrokontroller AT89S51 direncanakan agar mempunyai kemampuan power on reset yaitu reset yang terjadi ketika sistem dinyalakan untuk pertama kali. Perencanaan rangkaian reset adalah sebagai berikut :

Diketahui $V_{ih}(\text{min}) = 2,5 \text{ Volt}$, $I_h(\text{min}) = 500 \text{ uA}$, $t(\text{min}) = 100\text{ms}$

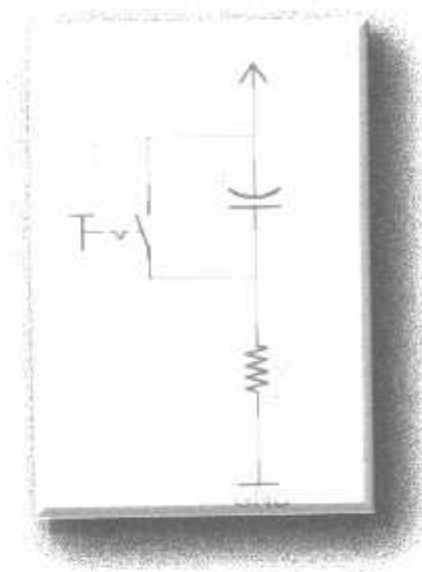
Maka :

$$\begin{aligned} R(\text{min}) &= \frac{V_{ih}}{I_h} \\ &= \frac{2,5}{5 \times 10^{-4}} \\ &= 5 \times 10^3 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Dan

$$\begin{aligned} t(\text{min}) &= 5 \times C \times R \\ C &= \frac{10^{-1}}{5 \times 5 \cdot 10^3} \\ &= 4 \text{ uF} \end{aligned}$$

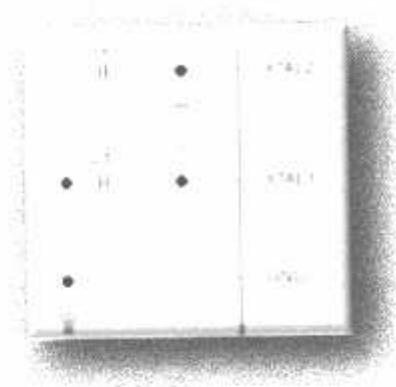
Karena Resistor 5 Kohm dan Capacitor 4 uF tidak ada, maka untuk R dipilih 10 Kohm dan C dipilih 10 uF. Gambar dari rangkaian reset adalah sebagai berikut



Gambar 3.6. Rangkaian Reset

3.2.6. Rangkaian Clock

Mikrokontroller AT89S51 ini memiliki internal clock generator yang berfungsi sebagai sumber clock, tetapi masih memerlukan rangkaian tambahan untuk membangkitkan clock tersebut. Rangkaian ini terdiri dari dua kapasitor dan sebuah kristal 12 Mhz. C1 dan C2 yang memiliki besaran 30pF – 40pF untuk kristal, sedangkan yang memiliki besaran 30pF – 50pF untuk keramik resonator. Dalam perencanaan rangkaian mikrokontroller digunakan kapasitor 30pF.

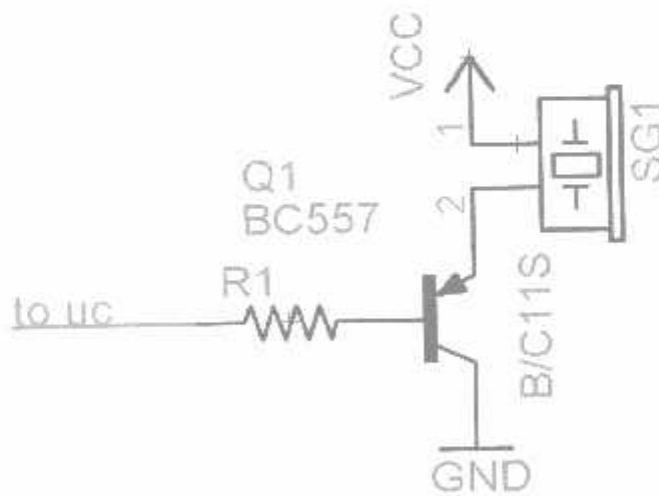


Gambar 3.7. Rangkaian Clock

3.2.7. Perancangan Rangkaian Indikator

Dalam rangkaian indikator menggunakan buzzer yang dihubungkan dengan sebuah transistor, untuk mengaktifkan diperlukan logika 0 dari mikrokontroller

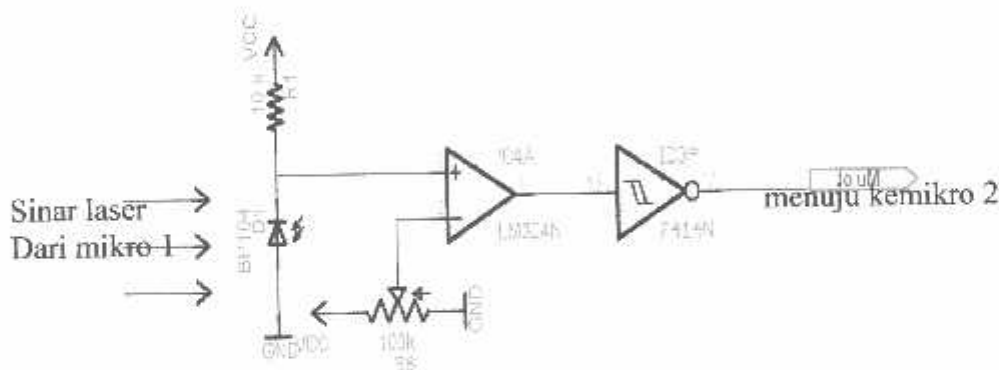
Gambar dibawah ini menunjukan hubungan antara indikator kecurangan dengan Mikrokontroller:



Gambar 3.7 Rangkaian Indikator

3.2.8. Perencanaan Rangkaian Wireless

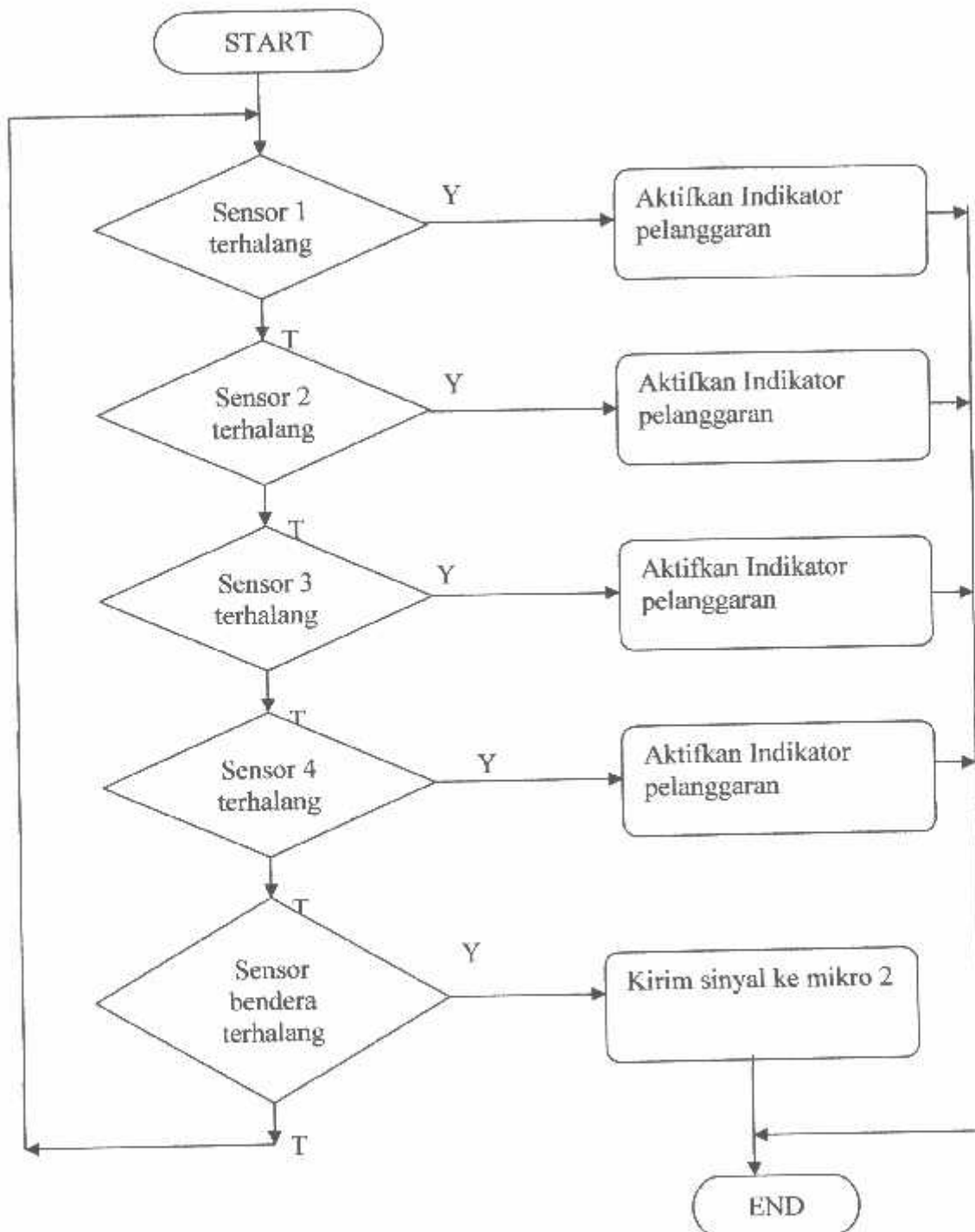
Dalam rangkaian Wireless ini digunakan sebuah rangkaian fotodioda yang dipekatkan oleh IC LM 324 sebagai komparator, dimana set point terlebih dahulu ditentukan sekitar 3.8volt. Pendukung dari ICLm 324 digunakan sebuah IC Inverter 74 LS14, tujuannya untuk mengubah besaran tegangan menjadi high atau Low sebelum masuk kedalam Mikrokontroller. Gambar dibawah ini menunjukkan hubungan antara mikrokontroller 1 dengan mikrokontroller 2 dengan system Wireless, melalui perantara sinar Laser yang diterima oleh fotodioda.



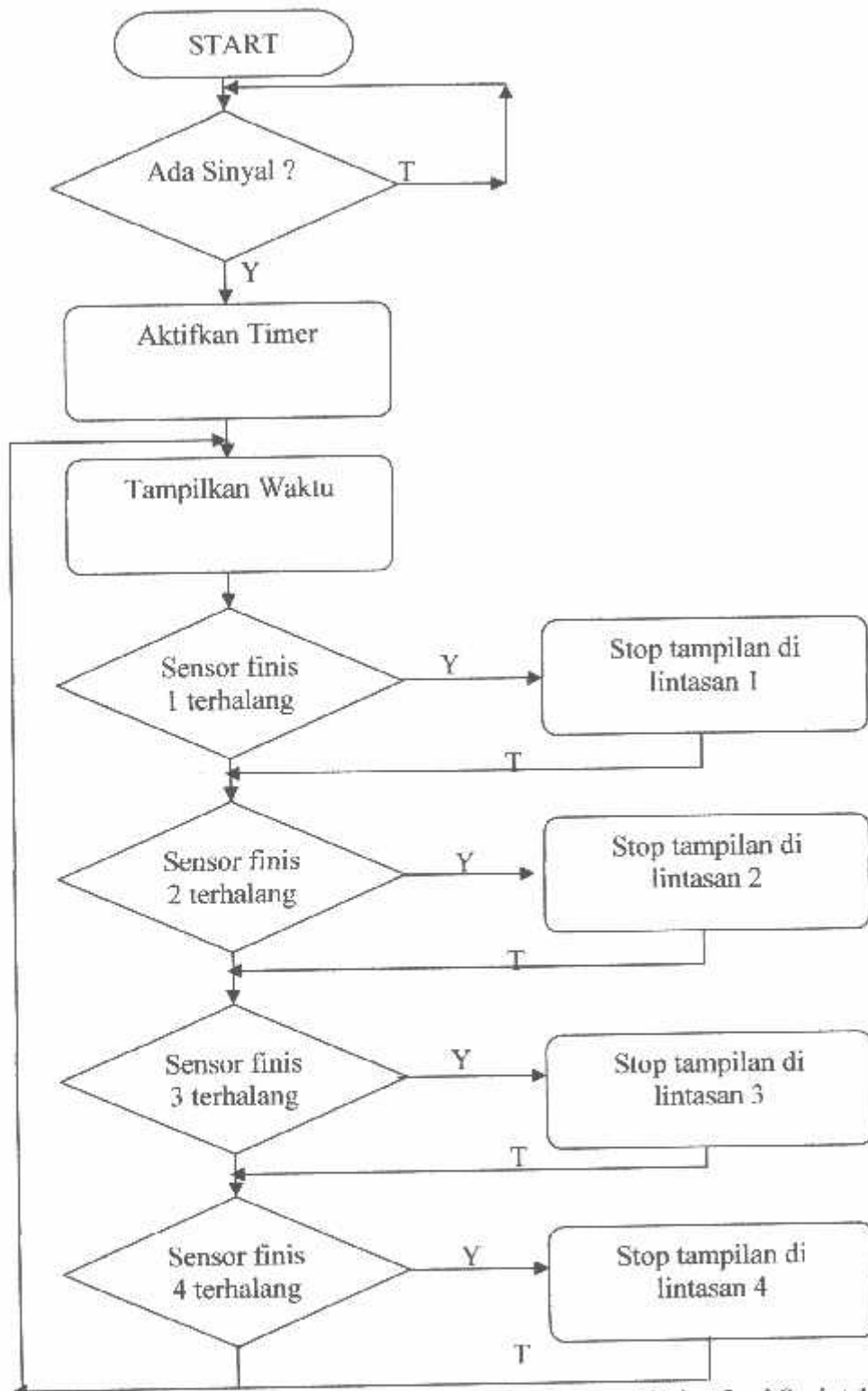
Gambar 3.8 Sistem penerimaan Wireless menggunakan Foto Dioda

3.3 Perencanaan Perangkat Lunak

Rangkaian mikrokontroller 1



Rangkaian mikrokontroller II

**Gambar 3.8.** Flowchart Cara Kerja Pencatat Waktu Lari Sprint 100 m

Penjelasan cara kerja dari pencatatan waktu lari sprint 100 m adalah pada saat sensor 1,2,3 dan 4 pada masing-masing pit line (Start) tiba tiba terhalang, sebelum sensor bendera terhalang, maka lampu indikator kecurangan akan aktif dan mikrokontroller tidak melakukan pengiriman sinyal, begitu pula sebaliknya, bila saat bendera telah berkibar maka pelari akan mulai berlari dan melewati sensor lari, oleh mikrokontroller akan diproses untuk dikirimkan sinyal pengaktif menuju mikrokontroller 2, dan ditampilkan penghitungan waktu dalam display (Seven Segmen). Proses penghentian waktu akan berhenti pada saat pelari melintasi garis finish, dimana terdapat sensor lagi, yang fungsinya menghentikan waktu lari masing-masing pelari yang telah melintasi garis finish.

BAB IV

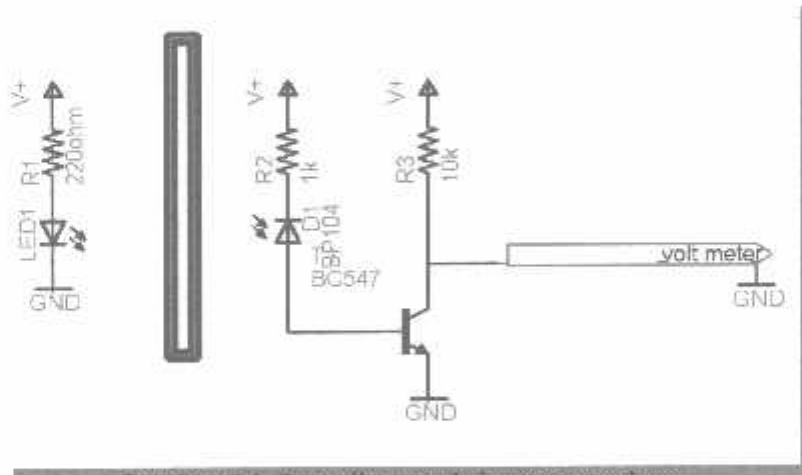
PENGUJIAN ALAT

4.1. Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* bertujuan untuk mengetahui kinerja sistem dalam tiap bloknnya. Selain itu untuk mengetahui apakah kinerja sistem maksimal atau tidak apabila dihubungkan dengan program. Pengujian *Hardware* meliputi pengujian sensor cahaya dan op-amp, rangkaian seven segment dan pengujian rangkaian *Driver* laser dan receiver pada mikrokontroller.

4.1.1 Pengujian Rangkaian Sensor cahaya.

Pengujian rangkaian sensor cahaya ini dilakukan untuk mengetahui berapa tegangan output dari sensor cahaya pada saat terkena cahaya atau dalam keadaan terhalang, dalam arti pada saat cahaya dari infra merah tidak dapat diterima oleh foto dioda. Maka akan terjadi perubahan tegangan.



Gambar 4.1. Pengujian rangkaian sensor cahaya

Pengujian pada saat proses terhalangnya inframerah, sehingga tidak dapat diterima oleh fotodiode, menyebabkan terjadinya perubahan tegangan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pada Rangkaian Sensor Cahaya

No	Keadaan Pencahayaannya	Besar Tegangan	Level Logika
1	Terhalang	3.82 volt	1
2	Tidak Terhalang	0.53 volt	0

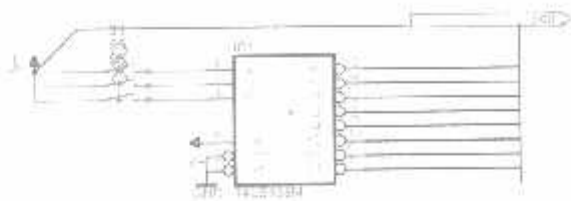
Keterangan alat yang digunakan :

- Tegangan catu 5 volt
- Menggunakan Multimeter digital

Dari pengukuran yang dilakukan diatas perubahan terjadi pada saat sensor tersebut terhalang oleh sesuatu, yang menjadikan fotodiode tidak bisa menerima cahaya yang dipancarkan oleh inframerah. Akibatnya terjadi arus balik dari katoda ke anoda, dimana hal ini menimbulkan terjadinya arus pada basis, hingga saturasi yang menghubungkan antara kolektor dan emitor, dari sini perancang melakukan pengukuran pada saat ada penghalang maupun tidak.

4.1.2. Pengujian IC 74LS138

Pengujian rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui besaran tegangan keluaran dari mikrokontroller yang dihasilkan oleh ic dekoder 74ls138, dimana besaran tersebut terlihat pada gambar pengujian rangkaian :



Gambar 4.2. Pengujian Rangkaian IC 74LS138

Pengujiannya mengacu pada *datasheet* dimana terdapat 3 buah inputan untuk delapan outputan dekoder serta 3 buah enable input

Tabel 4.2. Data Hasil pengujian IC 74LS138

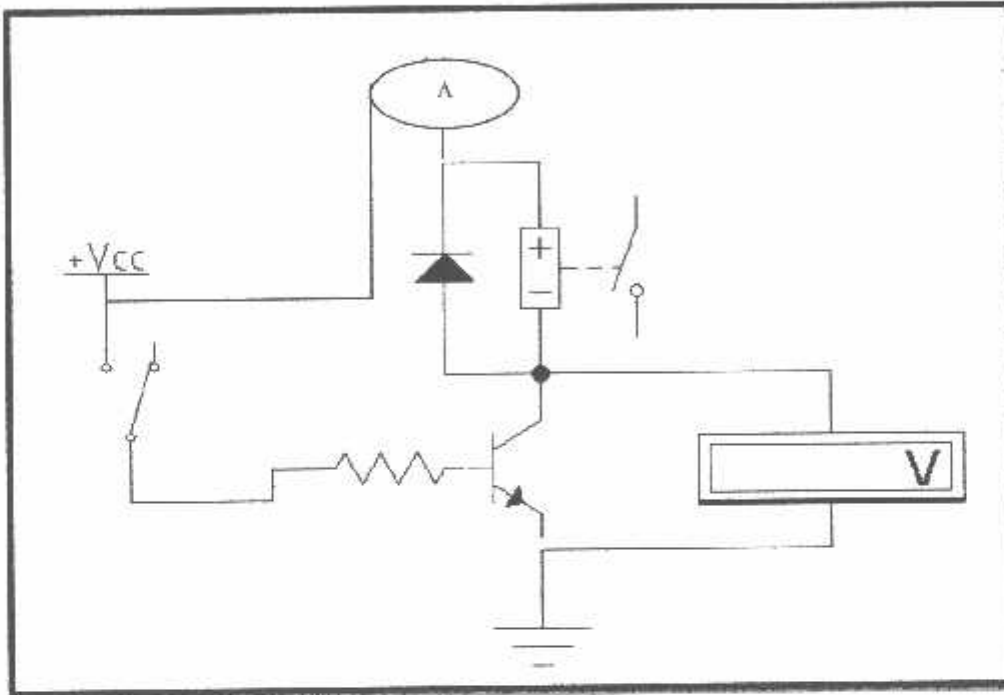
	Kondisi 0	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4	Kondisi 5	Kondisi 6	Kondisi 7
Saklar 1	0	1	0	1	0	0	0	1
Saklar 2	0	0	1	1	0	0	1	1
Saklar 3	0	0	0	0	1	1	1	1
Port aktif	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7

Keterangan alat yang digunakan :

- Catu daya 5 Volt
- Multimeter Digital

4.1.4. Pengujian *Driver* laser

Tujuan pengujian rangkaian *driver* laser adalah untuk mendapatkan tegangan keluaran dari *driver* tersebut, apakah mampu berfungsi untuk menggerakkan/mengendalikan relay. Dibawah ini gambar proses pengujian *driver*



Gambar 4.3. Pengujian Rangkaian Driver

Data hasil pengujian rangkaian *driver* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian *Driver*

No	Input Driver (volt)	Output driver(Volt)	Kondisi relay	Kondisi laser
1	0	0	NO	mati
2	5	5	NC	nyala

Keterangan alat yang digunakan

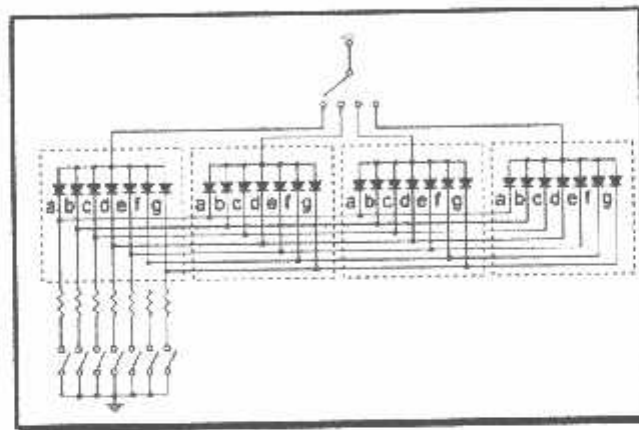
- Multimeter digital
- Catu daya 5 volt
- Rangkaian Driver

NC (*normally closed*)

NO (*normally open*)

4.1.5. Pengujian Rangkaian Seven Segment

Tujuan dalam pengujian rangkaian seven segment yaitu untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut dapat menampilkan angka yang sesuai dengan data inputan atau tidak, dimana proses pengujian rangkaiananya digambarkan dalam diagram di bawah ini



Gambar 4.4. Pengujian Rangkaian Seven Segment

Dari hasil pengujian maka didapat hasil penampilan datanya sesuai dengan tabel dibawah ini :

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Seven segment

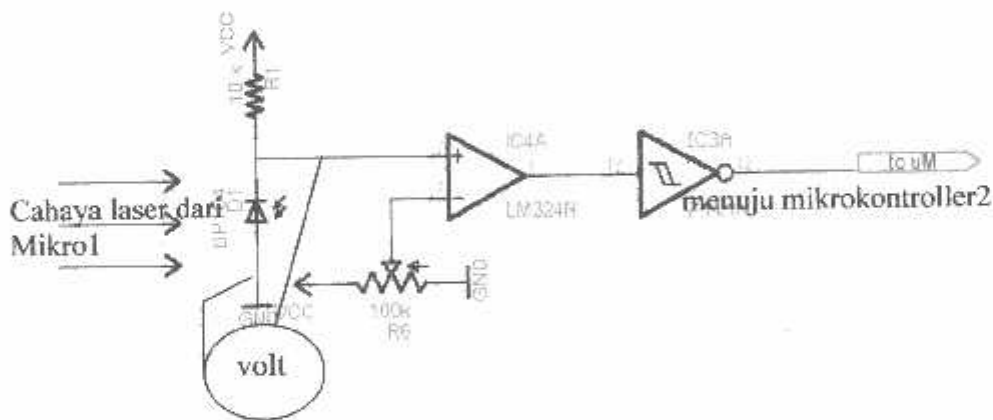
NO	Input data	Saklar 1	Saklar 2	Saklar 3	Saklar 4	Digit	Tampilan (Des)
1	00000001	On	Off	Off	Off	4	1
2	00000010	Off	On	Off	Off	3	2
3	00000011	Off	Off	On	Off	2	3
4	00000100	Off	Off	Off	On	1	4

Keterangan alat yang digunakan :

- Rangkaian Seven segment
- Sumber tegangan 5V
- Saklar

4.1.5 Pengujian Rangkaian Penerima pada Sistem Wireless

Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui kepekaan sensor cahaya yang diterima oleh fotodioda di mikrokontroller2 melalui sinar laser pada mikrokontroller 1, sehingga antara mikrokontroller1 dengan mikrokontroller2 akan terhubung secara wireless, melalui perantara sinar laser. Fungsi cahaya tersebut adalah untuk mengaktifkan mikrokontroller 2. Selain itu penggunaan rangkaian komparator IC LM324 dan inferter IC 7414 menjadi penunjang dimana saat fotodioda terkena cahaya maka tegangan low akan dibandingkan dengan komparator menghasilkan tengangan yang lebih kecil,kemudian diinverter menjadi high dan ini melakukan instruksi pada mikrokontroller 2 untuk memulai perhitungan, begitu pula sebaliknya. Berikut adalah pengujian rangkaian penerima pada sistem Wireless.



Gambar 4.5 Pengujian Rangkaian Penerima Wireless menggunakan cahaya

Berikut tabel hasil pengujian rangkaian diatas:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rangkaian Penerima Wireless

No	Kondisi Fotodiode	Besar tahanan	Logic pada mikro 2		
1	Tidak terkena cahaya	3.83	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.02	1	Aktif	High
2	Tidak terkena cahaya	3.84	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.05	1	Aktif	High
3	Tidak terkena cahaya	3.57	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.03	1	Aktif	High
Besaran tegangan rata-rata fotodiode saat terkena cahaya= $(0.02+0.05+0.03)/3=0.33\text{v}$					
Besaran tegangan rata-rata fotodiode tidak terkena cahaya= $(3.83+3.84+3.57)/3=3.8\text{ v}$					

Dimana besaran 0.33v akan dianggap low oleh mikrokontroller sehingga mikrokontroller akan tidak aktif. begittu pula sebaliknya bila tegangan yang masuk kedalam mikrokontroller adalah 3.8v maka mikrokontroller akan aktif.

4.2. Pengujian Software

4.2.1. Tujuan

- Mengetahui kerja software dalam mengakses MCU AT89S51 dalam melakukan pencatatan waktu lari Spirit 100m.

4.2.2. Peralatan yang digunakan

- PC (Personal Komputer).
- Rangkaian yang sudah jadi
- Miniatur Lapangan
- Kabel penghubung.

4.2.3. Langkah Pengujian

- Menghubungkan koneksi antara software komputer dengan MCU AT89S51.
- Mengaktifkan power .
- Mengamati proses penghitungan waktu

4.2.4. Hasil Pengujian

- Hasil pengujian pada penghitungan waktu digunakan untuk menganalisa sebuah peristiwa dimana tingkat ketepatan pencatatan waktu dapat terekam seakurat mungkin dengan sistem pencatatan yang akurat serta mengetahui kinerja mikrokontroller dalam memproses perhitungan waktu yang akurat

4.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.3.1. Tujuan

- Mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan atau tidak.

4.3.2. Peralatan yang digunakan

- Keseluruhan sistem
- Kabel
- Multimeter

4.3.3. Langkah Pengujian

- Mengaktifkan power.
 - Membuat percobaan tentang pelanggaran yang mungkin terjadi pada sistem perlombaan lari. Serta menunjukan perlakuan yang harus dilakukan sebelum melakukan penghitungan waktu secara akurat.
 - Mengamati apakah penghitungan waktu akan berjalan pada saat pelari melewati sensor start, dan menghentikan penghitungan pada saat pelari melewati sensor finish.
-

4.3.4. Hasil Pengujian

- Hasil pengujian keseluruhan sistem pengujian kecepatan lari yang tercatat dalam percobaan simulasi perlombaan lari 100m terlihat didalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.6. Hasil pengujian secara keseluruhan

No Keberangkatan		Lintasan			
		Pit 1 (detik)	Pit 2 (detik)	Pit 3 (detik)	Pit 4 (detik)
1	Percobaan 1	23.12	23.14	23.45	23.60
2	Percobaan 2	22.45	23.30	24.25	24.58

Berikut ini adalah perbandinagn antara Perhitungan waktu dengan cara manual dengan Sistem Otomatis

Tabel 4.6 Perbandingan Antara pengukuran sacara manual dan otomatis

No	Pengujian otomatis	Pengujian manual	Error %
1	23.12	23.45	1%
2	23.14	23.50	2%
3	23.45	24.01	2.3%
Error rata-rata yang terjadi adalah=(1+2+2.3)/3=1.7%			

Error yang terjadi adalah

1. $E = \frac{[pengujuain - pengukuran]}{pengukuran} \times 100\%$

$E = \frac{[23.45 - 23.12]}{23.12} \times 100\%$

$$E = 1\%$$

$$2. E = \frac{[23.50 - 23.14]}{23.14} \times 100\%$$

$$E = 2\%$$

$$3. E = \frac{[23.45 - 23.12]}{23.12} \times 100\%$$

$$E = 2.3\%$$

$$E = 1\%$$

$$\text{Error rata-rata yang terjadi : } \frac{1 + 2 + 2.3}{3} \times 100\% = 1.7\%$$

Dari data diatas maka besaran selisih yang terjadi sangatlah kecil, hal ini menyebabkan ketidak akuratan pada pengukuran, dan bisa merugikan atlit.

Pengujian pada saat proses terhalangnya inframerah, sehingga tidak dapat diterima oleh fotodioda, menyebabkan terjadinya perubahan tegangan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Pada Rangkaian Sensor Cahaya

No	Keadaan Pencahayaan	Besar Tegangan	Level Logika
1	Terhalang	3.82 volt	1
2	Tidak Terhalang	0.53 volt	0

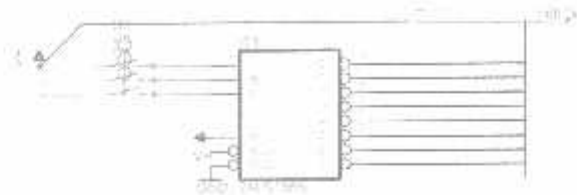
Keterangan alat yang digunakan :

- Tegangan catu 5 volt
- Menggunakan Multimeter digital

Dari pengukuran yang dilakukan diatas perubahan terjadi pada saat sensor tersebut terhalang oleh sesuatu, yang menjadikan fotodioda tidak bisa menerima cahaya yang dipancarkan oleh inframerah. Akibatnya terjadi arus balik dari katoda ke anoda, dimana hal ini menimbulkan terjadinya arus pada basis, hingga tersaturasi yang menghubungkan antara kolektor dan emitor, dari sini perancang meakukan pengukuran pada saat ada penghalang maupun tidak.

4.1.2. Pengujian IC 74LS138

Pengujian rangkaian ini bertujuan untuk mengetahui besaran tegangan keluaran dari mikrokontroller yang dihasilkan oleh ic dekoder 74ls138, dimana besaran tersebut terlihat pada gambar pengujian rangkaian :



Gambar 4.2. Pengujian Rangkaian IC 74LS138

Pengujiannya mengacu pada *datasheet* dimana terdapat 3 buah inputan untuk delapan outputan dekoder serta 3 buah enable input

Tabel 4.2. Data Hasil pengujian IC 74LS138

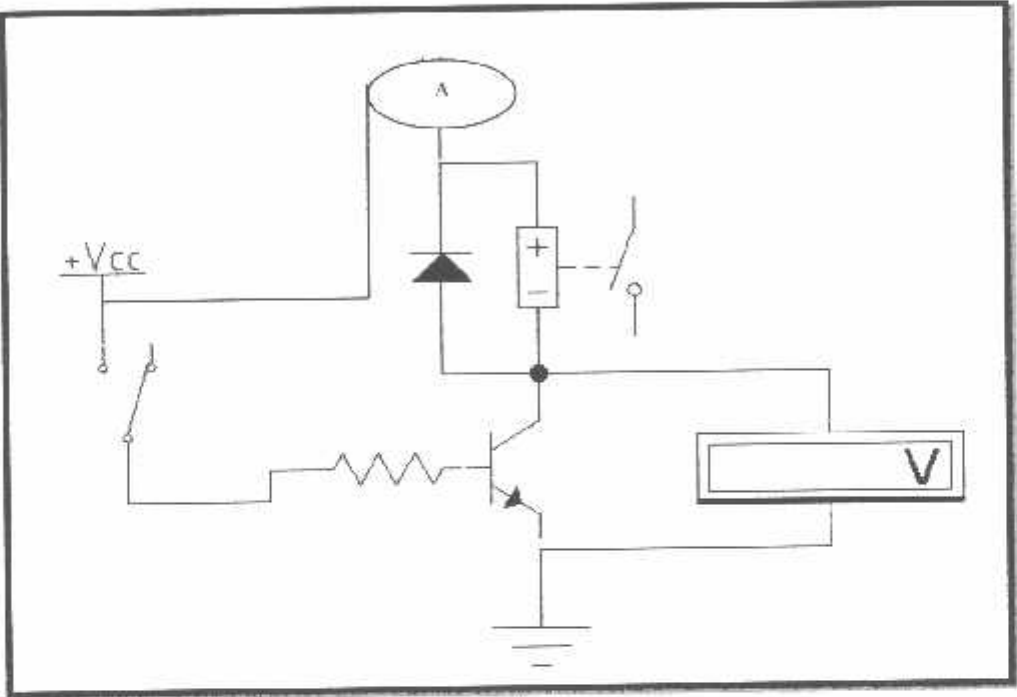
	Kondisi 0	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4	Kondisi 5	Kondisi 6	Kondisi 7
Saklar 1	0	1	0	1	0	0	0	1
Saklar 2	0	0	1	1	0	0	1	1
Saklar 3	0	0	0	0	1	1	1	1
Port aktif	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7

Keterangan alat yang digunakan :

- Catu daya 5 Volt
- Multimeter Digital

4.1.4. Pengujian *Driver* laser

Tujuan pengujian rangkaian *driver* laser adalah untuk mendapatkan tegangan keluaran dari *driver* tersebut, apakah mampu berfungsi untuk menggerakkan/mengendalikan relay. Dibawah ini gambar proses pengujian *driver*



Gambar 4.3. Pengujian Rangkaian Driver

Data hasil pengujian rangkaian *driver* dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Rangkaian *Driver*

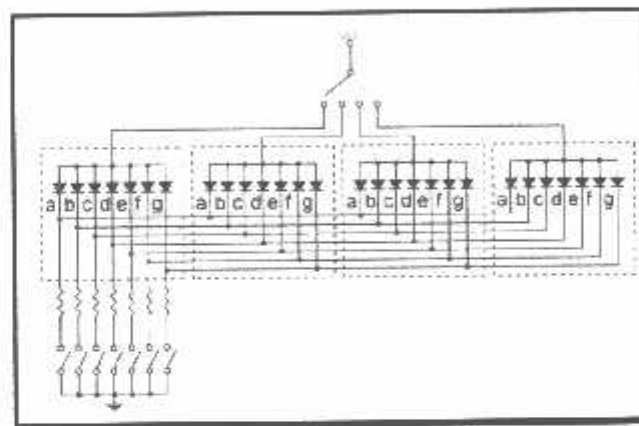
No	Input Driver (volt)	Output driver(Volt)	Kondisi relay	Kondisi laser
1	0	0	NO	mati
2	5	5	NC	nyala

Keterangan alat yang digunakan

- Multimeter digital
 - Catu daya 5 volt
 - Rangkaian Driver
- NC (*normally closed*)
NO (*normally open*)

4.1.5. Pengujian Rangkaian Seven Segment

Tujuan dalam pengujian rangkaian seven segment yaitu untuk mengetahui apakah rangkaian tersebut dapat menampilkan angka yang sesuai dengan data inputan atau tidak, dimana proses pengujian rangkaiananya digambarkan dalam diagram di bawah ini



Gambar 4.4. Pengujian Rangkaian Seven Segment

Dari hasil pengujian maka didapat hasil penampilan datanya sesuai dengan tabel dibawah ini :

Tabel 4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Seven segment

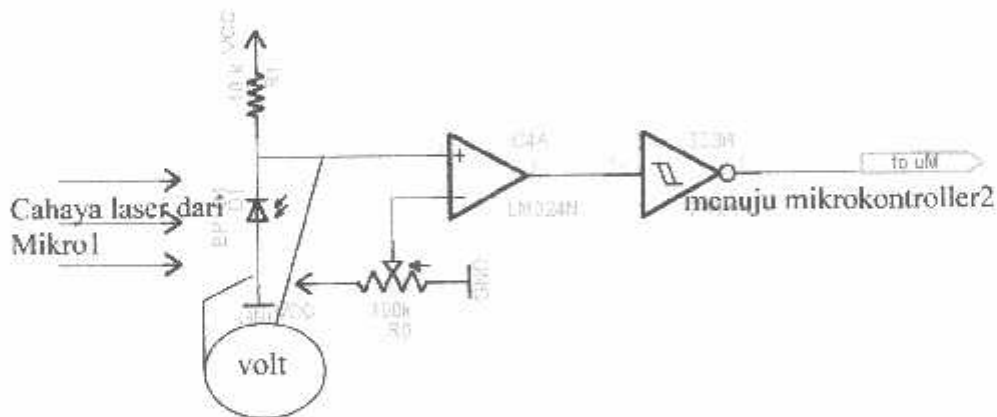
NO	Input data	Saklar 1	Saklar 2	Saklar 3	Saklar 4	Digit	Tampilan (Des)
1	00000001	On	Off	Off	Off	4	1
2	00000010	Off	On	Off	Off	3	2
3	00000011	Off	Off	On	Off	2	3
4	00000100	Off	Off	Off	On	1	4

Keterangan alat yang digunakan :

- Rangkaian Seven segment
- Sumber tegangan 5V
- Saklar

4.1.5 Pengujian Rangkaian Penerima pada Sistem Wireless

Tujuan dari pengujian rangkaian ini adalah untuk mengetahui kepekaan sensor cahaya yang diterima oleh fotodioda di mikrokontroller2 melalui sinar laser pada mikrokontroller 1, sehingga antara mikrokontroller1 dengan mikrokontroller2 akan terhubung secara wireless, melalui perantara sinar laser. Fungsi cahaya tersebut adalah untuk mengaktifkan mikrokontroller 2. Selain itu penggunaan rangkaian komparator IC LM324 dan inverter IC 7414 menjadi penunjang dimana saat fotodioda terkena cahaya maka tegangan low akan dibandingkan dengan komparator menghasilkan tegangan yang lebih kecil, kemudian diinverter menjadi high dan ini melakukan instruksi pada mikrokontroller 2 untuk memulai perhitungan, begitu pula sebaliknya. Berikut adalah pengujian rangkaian penerima pada sistem Wireless.



Gambar 4.5 Pengujian Rangkaian Penerima Wireless menggunakan cahaya

Berikut tabel hasil pengujian rangkaian diatas:

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Rangkaian Penerima Wireless

No	Kondisi Fotodiode	Besaran tahanan	Logic pada mikro 2		
1	Tidak terkena cahaya	3.83	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.02	1	Aktif	High
2	Tidak terkena cahaya	3.84	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.05	1	Aktif	High
3	Tidak terkena cahaya	3.57	0	Mati	Low
	Terkena Cahaya	0.03	1	Aktif	High
Besaran tegangan rata-rata fotodiode saat terkena cahaya= $(0.02+0.05+0.03)/3=0.33v$					
Besaran tegangan rata-rata fotodiode tidak terkena cahaya= $(3.83+3.84+3.57)/3=3.8 v$					

Dimana besaran 0.33v akan dianggap low oleh mikrokontroller sehingga mikrokontroller akan tidak aktif . begittu pula sebaliknya bila tegangan yang masuk kedalam mikrokontroller adalah 3.8v maka mikrokontroller akan aktif.

4.2. Pengujian Software

4.2.1. Tujuan

- Mengetahui kerja software dalam mengakses MCU AT89S51 dalam melakukan pencatatan waktu lari Spirt 100m.

4.2.2. Peralatan yang digunakan

- PC (Personal Komputer).
- Rangkaian yang sudah jadi
- Miniatur Lapangan
- Kabel penghubung.

4.2.3. Langkah Pengujian

- Menghubungkan koneksi antara software komputer dengan MCU AT89S51.
- Mengaktifkan power .
- Mengamati proses penghitungan waktu

4.2.4. Hasil Pengujian

- Hasil pengujian pada penghitungan waktu digunakan untuk menganalisa sebuah peristiwa dimana tingkat ketepatan pencatatan waktu dapat terkam seakurat mungkin dengan sistem pencatatan yang akurat serta mengetahui kinerja mikrokontroller dalam memproses perhitungan waktu yang akurat

4.3. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

4.3.1. Tujuan

- Mengetahui apakah sistem dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang direncanakan atau tidak.

4.3.2. Peralatan yang digunakan

- Keseluruhan sistem
- Kabel
- Multimeter

4.3.3. Langkah Pengujian

- Mengaktifkan power.
 - Membuat percobaan tentang pelanggaran yang mungkin terjadi pada sistem perlombaan lari. Serta menunjukan perlakuan yang harus dilakukan sebelum melakukan penghitungan waktu secara akurat.
 - Mengamati apakah penghitungan waktu akan berjalan pada saat pelari melewati sensor start, dan menghentikan penghitungan pada saat pelari melewati sensor finish.
-

4.3.4. Hasil Pengujian

- Hasil pengujian keseluruhan sistem pengujian kecepatan lari yang tercatat dalam percobaan simulasi perlombaan lari 100m terlihat didalam tabel dibawah ini.

Tabel 4.6. Hasil pengujian secara keseluruhan

No Keberangkatan		Lintasan			
		Pit 1 (detik)	Pit 2 (detik)	Pit 3 (detik)	Pit 4 (detik)
1	Percobaan 1	23.12	23.14	23.45	23.60
2	Percobaan 2	22.45	23.30	24.25	24.58

Berikut ini adalah perbandinagn antara Perhitungan waktu dengan cara manual dengan Sistem Otomatis

Tabel 4.6 Perbandingan Antara pengukuran sacara manual dan otomatis

No	Pengujian otomatis	Pengujian manual	Error %
1	23.12	23.45	1%
2	23.14	23.50	2%
3	23.45	24.01	2.3%
Error rata-rata yang terjadi adalah=(1+2+2.3)/3=1.7%			

Error yang terjadi adalah

1. $E = \frac{[pengujuain - pengukuran]}{pengukuran} \times 100\%$

$E = \frac{[23.45 - 23.12]}{23.12} \times 100\%$

$$E = 1\%$$

$$2. E = \frac{[23.50 - 23.14]}{23.14} \times 100\%$$

$$E = 2\%$$

$$3. E = \frac{[23.45 - 23.12]}{23.12} \times 100\%$$

$$E = 2.3\%$$

$$E = 1\%$$

$$\text{Error rata-rata yang terjadi : } \frac{1 + 2 + 2.3}{3} \times 100\% = 1.7\%$$

Dari data diatas maka besaran selisih yang terjadi sangatlah kecil, hal ini menyebabkan ketidak akuratan pada pengukuran, dan bisa merugikan atlit.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perencanaan dan pembuatan alat pencatat waktu lari sprint 100 m adalah sebagai berikut

1. Pencatatan waktu dengan sistem wireless dapat berjalan sesuai perencanaan, terlihat saat sistem pengiriman data yang dikirimkan mikrokontroller 1 melalui rangkaian laser dan mampu mengaktifkan mikrokontroller 2 melalui fotodioda, dengan besaran tegangan rata-rata yang masuk kedalam fotodioda saat terhalang 3,48 volt ini akan memberikan masukan yang berarti bagi mikrokontroller untuk melakukan instruksi perhitungan waktu, dan pada saat tidak terhalang adalah 0,19 volt. Yang akan memerintahkan mikro 2 untuk menghentikan perhitungan waktu.
2. Proses terjadinya kecurangan adalah pada saat tegangan pada fotodioda berubah menjadi besar sekitar 3.8 volt sehingga akan mengaktifkan buzzer yang merupakan deteksi kecurangan.
3. Keakuratan penggunaan perhitungan waktu secara otomatis ini memberikan keuntungan yang lebih besar dan menghasilkan error rata-rata yang sangat kecil yaitu 1,7% lebih kecil dibandingkan dengan sistem yang manual.
4. Bila fotodioda terkena cahaya laser maka tegangan akan turun dan dibandingkan dengan tegangan set point (3,8 volt) lebih kecil yaitu 0.33volt,

sehingga keluaran pada IC 324 akan negative dan oleh IC7414(Inverter) akan diubah menjadi High.

5.2 Saran

1. Hendaknya komunikasi tidak hanya satu jalur saja(*simplex*) tetapi mampu dua arah (*fullduplex*)
 2. Pada perkembangann selanjutnya diharapkan memiliki tingkat keakuratan yang sangat tepat, tidak terpengaruh oleh keadaan yang terjadi, yang menyebabkan terjadinya kesalahan.
 3. Sistem komunikasi wireless yang digunakan dalam alat ini kurang cocok bila digunakan dengan radius lebih dari 100 m. akan tetapi akan lebih akurat dan tepat apabila menggunakan pemancar radio, dikarenakan tidak mudah untuk terpengaruh oleh gangguan, serta jangkauan yang cukup jauh.
 4. Untuk tampilan waktu hendaknya tidak hanya berada pada garis finis saja, tetapi juga ada digaris start.
 5. Untuk menuju jenjang yang lebih professional hendaknya perlu penambahan memori eksternal untuk menyimpan data agar dapat melihat pencapaia waktu yang dahulu pernah tercatat, hal ini digunakan untuk mengetahui record waktu yang pernah tercapai.
-

DAFTAR PUSTAKA

1. Setiawan Rahmad, 2006, Belajar Mikontroler : Gramedia Cetakan Pertama,
 2. singh Jasprit, 1995, semikonduktor opoelektronik: McGraw Hill Inc,
 3. Atmel, 1997, "*flash Mikrocontroller: architectural Overview*", Atmel Inc., USA
 4. B.B Laud, 1988, "Laser dan Optik non linier", terbitan Universitas Indonesia.
 5. WWW. All datasheet.com; mikrokontroller AT 89S51.
 6. Wilson dan Howkes, 1989, "*light code*" ;:2
 7. pelatihan mikrokontroller, Lab. Perancangan dan Pemeliharaan perangkat Elektronika
-

Lembar Asistensi






Tugas Akhir

Nama : Brury Andrianto

NIM : 0357043

Judul : Perencanaan dan Pembuatan Alat Pencatat Waktu Lari Sprint
100 M secara Otomatis dengan Sistem Wireless Berbasis
Mikrokontroller AT89S51.

Dosen pembimbing : Ir. Yudi Limpraptono, MT

No	Tanggal	Asistensi	Paraf
1.	8/10 06	Bab I & Bab II	
2	14/10 06	Bab II lanjut	
3	15/11 07	Bab III	
4	12/3 07	Bab IV	
5	12/3 07	Bab IV + V	

penerima a.txt

```

s_start bit    p1.5
f_start bit    20h
f1 bit        21h
f2 bit        22h
f3 bit        23h
f4 bit        24h
j1 equ        5ah
j2 equ        5bh
j3 equ        5ch
j4 equ        5dh
c40 equ        5eh
4_4 equ        60h
4_3 equ        61h
4_2 equ        62h
4_1 equ        63h
3_4 equ        64h
3_3 equ        65h
3_2 equ        66h
3_1 equ        67h
2_4 equ        68h
2_3 equ        69h
2_2 equ        6ah
2_1 equ        6bh
1_4 equ        6ch
1_3 equ        6dh
1_2 equ        6eh
1_1 equ        6fh
en1 bit        p1.0
en2 bit        p1.1
en3 bit        p1.3
en4 bit        p1.2
1_4 equ        08h
1_3 equ        09h
1_2 equ        0ah
1_1 equ        0bh
2_4 equ        0c0h
2_3 equ        0d0h
2_2 equ        0e0h
2_1 equ        0f0h
3_4 equ        0ch
3_3 equ        0dh
3_2 equ        0eh
3_1 equ        0fh
4_4 equ        80h
4_3 equ        90h
4_2 equ        0a0h
4_1 equ        0b0h

```

; flag finish

; digit pertama dari waktu

; digit terakhir dari waktu

; counter (10ms = 250us x 40)

```

rg 00h
np init
rg 0bh
nt_timer:
lr TF0
jnz x40,end_int
rc d4
erakhir
jv x40,#40
nd_int:
ati

```

; vector reset

; routine timer

; kosongkan bit overflow

; belum 40x overflow, keluar

; sudah 40x overflow, naikkan digit

; isi agar 40x overflow



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

LEMBAR PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Brury Andrianto

NIM : 0357043

Hari : Rabu

Tanggal : 21 Maret 2007

No	Materi Perbaikan	Keterangan
1	Penulisan diperbaiki (lihat lipatan)	b
2	Daftar pustaka tidak ada	h
3	Kesimpulan tidak relevansi dengan rumusan masalah	h

Malang, Maret 2007

Telah diperiksa/disetujui

(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
Penguji I

(Bambang Prio H. ST, MT)
Penguji II

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

(Ir. Yudi F. Limpraptono, MT)



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO D-III
KONSENTRASI ELEKTRONIKA

**BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama Mahasiswa : Brury Andrianto
NIM : 0357043
Jurusan : Teknik Elektro
Program Studi : Elektronika D-III
Judul Tugas Akhir : PERENCANAAN DAN PEMBUATAN ALAT
PENCATAT WAKTU LARI SPRINT 100 m
SECARA OTOMATIS DENGAN SISTEM
WIRELESS BERBASISKAN
MIKROKONTROLLER AT89S51

Dipertahankan didepan Team Penguji Tugas Akhir jenjang Diploma III (D-III) pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 21 Maret 2007
Dengan nilai : 78,98(B+) 6

Panitia Ujian Akhir




(Ir. Mochtar Asroni, MSME)
Ketua

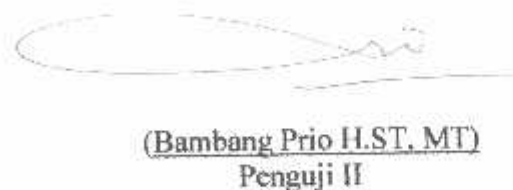


(Ir. H. Choirul Saleh, MT)
Sekretaris

Anggota Penguji



(Ir. M. Abdul Hamid, MT)
Penguji I



(Bambang Prio H.S.T., MT)
Penguji II



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
Jl. Bendungan Sigura-gura No: 2
MALANG

Lampiran : I (satu) berkas Proposal
Perihal : Permohonan Kesiediaan Dosen Pembimbing

Kepada : Yth. Bapak/Ibu Ir. Yusi F. Limpraptono, MT
Dosen Institut Teknologi Nasional
Malang

Dengan Hormat,
Kami yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Brury Andrianco
Nim : 0357 043
Jurusan : Teknik Elektro Diploma III
Konsentrasi : ~~Energi Listrik~~ / Elektronika *)

Dengan ini mengajukan permohonan, sekiranya Bapak/Ibu bersedia menjadi Dosen Pembimbing Utama / Pendamping*), untuk penyusunan Tugas Akhir dengan judul :

Perencanaan dan Pembuatan Alat Pencatat waktu Lari sprint
100M Secara Otomatis Dengan Sistem Wireless Berbasis AT89SS1

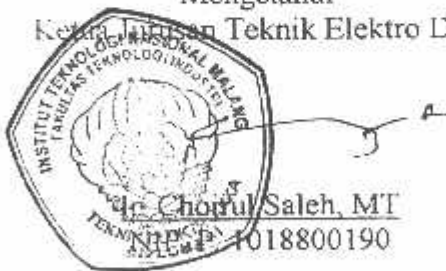
Adapun tugas tersebut adalah salah satu syarat untuk menempuh Ujian Tugas Akhir Program D - III.
Demikian permohonan kami dan atas kesediaan Bapak/Ibu kami ucapkan terima kasih.

Malang, oktober 2006

Hormat Kami,


Brury Andrianco

Mengetahui
Kepala Jurusan Teknik Elektro DIII



*) Coret yang tidak perlu



**KESEDIAAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Sesuai permohonan dari mahasiswa :

Nama : Bruny Andrianto
Nim : 0357043
Semester : 7
Alamat : Jln. Merapi 17 Pujon lor Pujon - Malang

Bahwa kami bersedia membimbing Tugas Akhir dari mahasiswa tersebut dengan judul :

Perencanaan dan pembuatan Akt Pencatat waktu lari
Sprint 100m Secara Otomatis dengan Sistem Wireless
Berbasis Mikrokontroler AT8955-1

Jangka waktu penyelesaian Tugas Akhir tersebut selama 6(Enam) bulan mulai tanggal
s/d dan apabila dalam jangka waktu tersebut
belum selesai maka tugas akhir tersebut dinyatakan **GUGUR**

Malang, Oktober 2006

Dosen Pembimbing

()

Nb :

Setelah disetujui agar formulir ini diserahkan
Mahasiswa yang bersangkutan
kepada sekretaris jurusan
Teknik Elektro D-III

penerima a.txt

```

init:
mov     TMOD,#00000010b      ; Timer 0 Mode 8 bit isi ulang
mov     TL0,#06h             ; Nilai untuk timer 250us
mov     TH0,#06h             ; Nilai untuk auto reload = 250us
mov     IE,#82h              ; Aktifkan interrupt Timer 0
mov     d4,#0
mov     d3,#0
mov     d2,#0
mov     d1,#0
mov     l4_4,#0
mov     l4_3,#0
mov     l4_2,#0
mov     l4_1,#0
mov     l3_4,#0
mov     l3_3,#0
mov     l3_2,#0
mov     l3_1,#0
mov     l2_4,#0
mov     l2_3,#0
mov     l2_2,#0
mov     l2_1,#0
mov     l1_4,#0
mov     l1_3,#0
mov     l1_2,#0
mov     l1_1,#0

mov     x40,#40
mov     p3,#0ffh
mov     p1,#0ffh
ov      p2,#00h
lr      s_start
etb     f1
etb     f2
etb     f3
etb     f4
etb     ea
lr      f_start
setb    tr0

lang:
b       s_start,batas
b       f_start,batas
etb     f_start
etb     tr0
atas:
ov      a,d4
jne     a,#10,batas1
nc      d3
ov      d4,#0
atas1:
ov      a,d3
jne     a,#10,batas2
nc      d2
ov      d3,#0
atas2:
ov      a,d2
jne     a,#10,batas3
nc      d1
ov      d2,#0
atas3:
ov      a,d1
jne     a,#10,finish
ov      d1,#0

inish:
rb      sen1,finish2

```

```

jnb    sen1,$
jr     f1
finish2:
jnb    sen2,finish3
jnb    sen2,$
jr     f2
finish3:
jnb    sen3,finish4
jnb    sen3,$
jr     f3
finish4:
jnb    sen4,nilai
jnb    sen4,$
jr     f4

```

```

nilai:
jnb    f1,nilai2
jnb    f1,$
mov    l1_4,d4
mov    l1_3,d3
mov    l1_2,d2
mov    l1_1,d1

```

```

nilai2:
jnb    f2,nilai3
jnb    f2,$
mov    l2_4,d4
mov    l2_3,d3
mov    l2_2,d2
mov    l2_1,d1

```

```

nilai3:
jnb    f3,nilai4
jnb    f3,$
mov    l3_4,d4
mov    l3_3,d3
mov    l3_2,d2
mov    l3_1,d1

```

```

nilai4:
jnb    f4,tampil
jnb    f4,$
mov    l4_4,d4
mov    l4_3,d3
mov    l4_2,d2
mov    l4_1,d1

```

```

ampil:
mov    p0,#s1_4
mov    p2,l1_4
all    tunda
mov    p0,#s1_3
mov    p2,l1_3
all    tunda
mov    p0,#s1_2
mov    p2,l1_2
all    tunda
mov    p0,#s1_1
mov    p2,l1_1
all    tunda

```

```

mov    p0,#s2_4
mov    p2,l2_4
all    tunda
mov    p0,#s2_3
mov    p2,l2_3
all    tunda
mov    p0,#s2_2
mov    p2,l2_2
all    tunda
mov    p0,#s2_1

```

penerima a.txt

```
ov    p2,12_1
all   tunda

ov    p0,#s3_4
ov    p2,13_4
all   tunda
iov   p0,#s3_3
iov   p2,13_3
all   tunda
iov   p0,#s3_2
iov   p2,13_2
all   tunda
iov   p0,#s3_1
iov   p2,13_1
all   tunda

iov   p0,#s4_4
iov   p2,14_4
all   tunda
iov   p0,#s4_3
iov   p2,14_3
all   tunda
ov    p0,#s4_2
ov    p2,14_2
all   tunda
ov    p0,#s4_1
ov    p2,14_1
all   tunda

mp    ulang
unda:
jnz   r1,$
et
nd
```

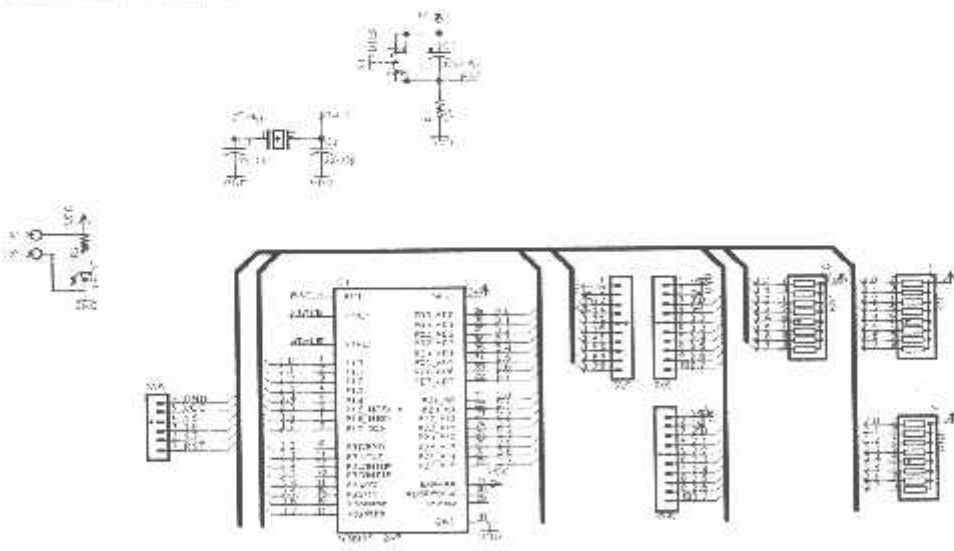
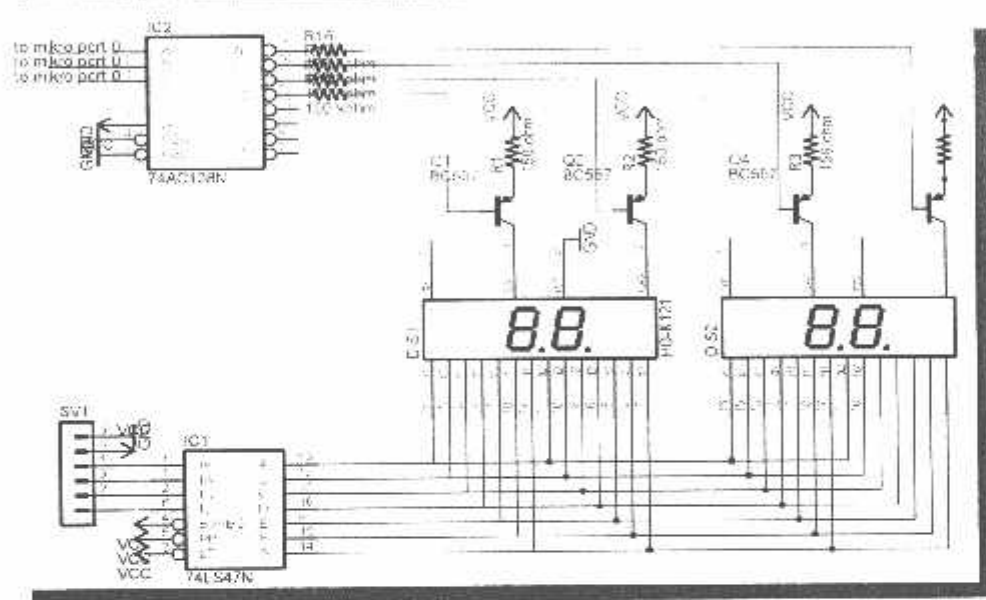
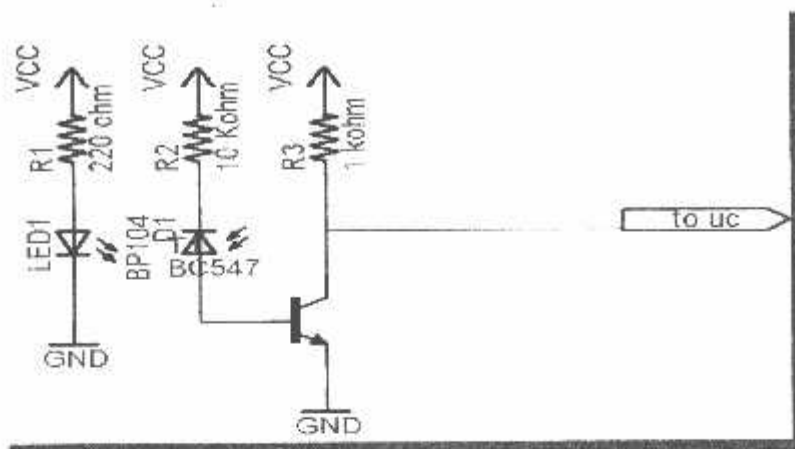
sig_start	bit	P0.0
sen_1	bit	P2.2
sen_2	bit	P2.1
sen_3	bit	P2.3
sen_4	bit	P2.4
sen_flag	bit	P2.0

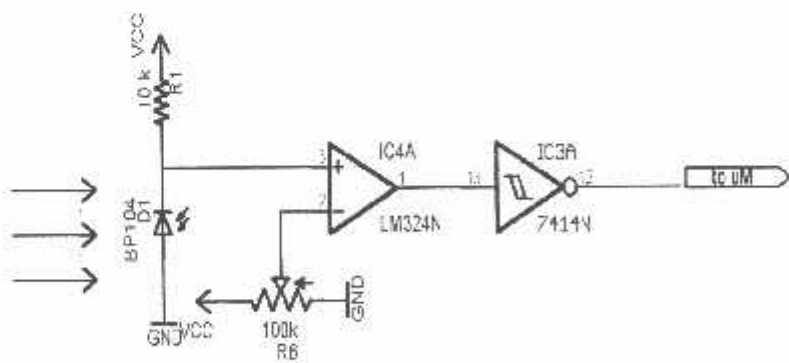
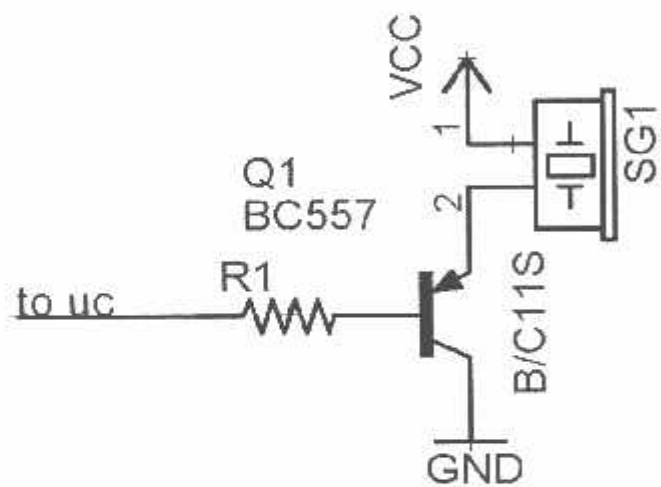
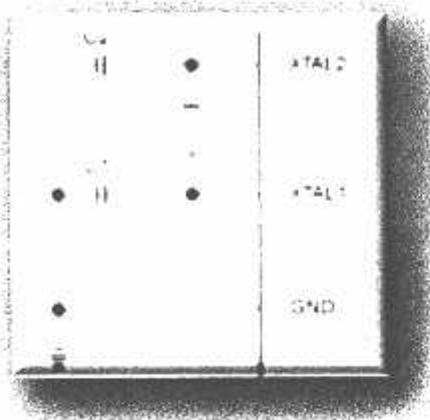
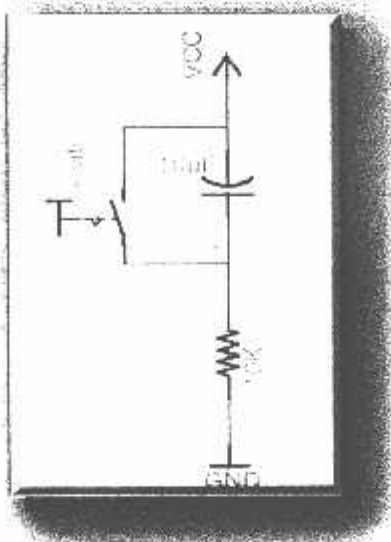
start	bit	P0.1
error	bit	P0.0

```

org 00h
check:
mov    p2,00
jnb    sen_flag,check1
jz     sen_flag,$
;clr   sig_start
clr    p1.1
sjmp   $
check1:
jnb    sen_1,check2
;jnb   sig_start,check2
clr    error
clr    p1.0
check2:
jnb    sen_2,check3
;jnb   sig_start,check3
clr    error
clr    p1.0
check3:
jnb    sen_3,check4
;jnb   sig_start,check4
clr    error
clr    p1.0
check4:
jnb    sen_4,loop
;jnb   sig_start,loop
clr    error
clr    p1.0
loop:
jmp    check
end

```





Features

- Compatible with MCS[®]-51 Products
- 4K Bytes of In-System Programmable (ISP) Flash Memory
- Endurance: 1000 Write/Erase Cycles
- V_{DD} to 5.5V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 33 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 1 x 8-bit Internal RAM
- Programmable I/O Lines
- 5 16-bit Timer/Counters
- Interrupt Sources
- 1 Duplex UART Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes
- Interrupt Recovery from Power-down Mode
- Watchdog Timer
- 2 x Data Pointer
- Power-off Flag
- Fast Programming Time
- Flexible ISP Programming (Byte and Page Mode)

Description

AT89S51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcontroller with 4K bytes of In-System Programmable Flash memory. The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry standard 80C51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with In-System Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89S51 is a powerful microcontroller which provides a flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

AT89S51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of internal RAM, 32 I/O lines, Watchdog timer, two data pointers, two 16-bit timer/counters, a five-level two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator, and support circuitry. In addition, the AT89S51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the RAM content but freezes the oscillator, disabling all other chip functions until the next external reset or hardware reset.



8-bit Microcontroller with 4K Bytes In-System Programmable Flash

AT89S51

24878-MICRO-12/03



1 Configurations

PDIP

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
(MOSI) P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

PLCC

P1.4	6	39	P0.4 (AD4)
P1.3	5	38	P0.5 (AD5)
P1.2	4	37	P0.6 (AD6)
P1.1	3	36	P0.7 (AD7)
P1.0	2	35	EA/VPP
NC	1	34	NC
VCC	44	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	43	32	PSEN
P0.1 (AD1)	42	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	41	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	40	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	7	39	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	8	38	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	9	37	P0.6 (AD6)
RST	10	36	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	11	35	EA/VPP
NC	12	34	NC
(TXD) P3.1	13	33	ALE/PROG
(INT0) P3.2	14	32	PSEN
(INT1) P3.3	15	31	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	16	30	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	17	29	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	18	28	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	19	27	P2.3 (A11)
XTAL2	20	26	P2.2 (A10)
XTAL1	21	25	P2.1 (A9)
GND	22	24	P2.0 (A8)
NC	23	23	NC
(A8) P2.0	24	22	P2.0 (A8)
(A9) P2.1	25	21	P2.1 (A9)
(A10) P2.2	26	20	P2.2 (A10)
(A11) P2.3	27	19	P2.3 (A11)
(A12) P2.4	28	18	P2.4 (A12)

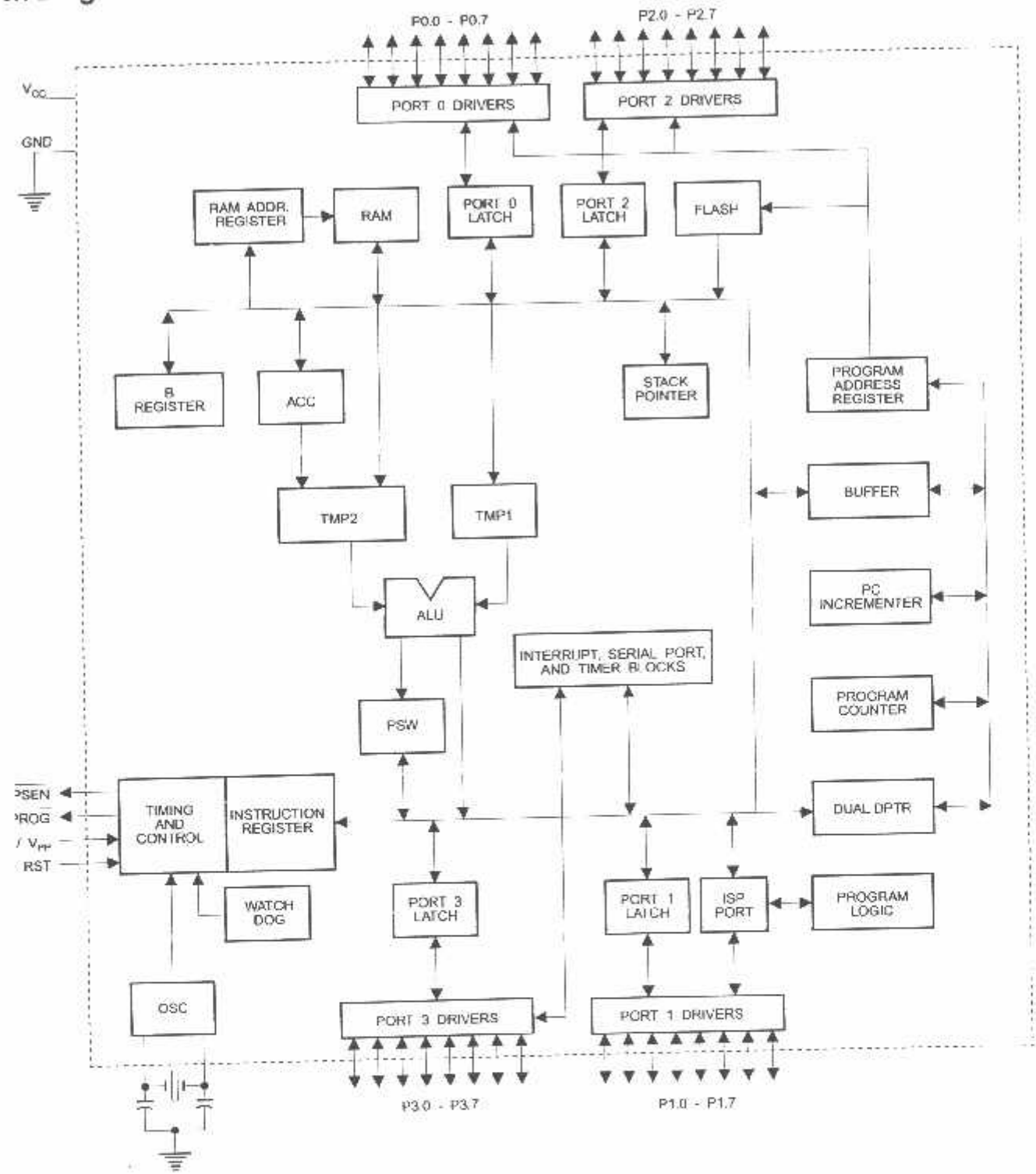
TQFP

P1.4	44	39	P0.4 (AD4)
P1.3	43	38	P0.5 (AD5)
P1.2	42	37	P0.6 (AD6)
P1.1	41	36	P0.7 (AD7)
P1.0	40	35	EA/VPP
NC	39	34	NC
VCC	38	33	ALE/PROG
P0.0 (AD0)	37	32	PSEN
P0.1 (AD1)	36	31	P2.7 (A15)
P0.2 (AD2)	35	30	P2.6 (A14)
P0.3 (AD3)	34	29	P2.5 (A13)
(MOSI) P1.5	1	33	P0.4 (AD4)
(MISO) P1.6	2	32	P0.5 (AD5)
(SCK) P1.7	3	31	P0.6 (AD6)
RST	4	30	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	5	29	EA/VPP
NC	6	28	NC
(TXD) P3.1	7	27	ALE/PROG
(INT0) P3.2	8	26	PSEN
(INT1) P3.3	9	25	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	10	24	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	11	23	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	12	22	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	13	21	P2.3 (A11)
XTAL2	14	20	P2.2 (A10)
XTAL1	15	19	P2.1 (A9)
GND	16	18	P2.0 (A8)
GND	17	17	GND
(A8) P2.0	18	16	P2.0 (A8)
(A9) P2.1	19	15	P2.1 (A9)
(A10) P2.2	20	14	P2.2 (A10)
(A11) P2.3	21	13	P2.3 (A11)
(A12) P2.4	22	12	P2.4 (A12)

PDIP

RST	1	42	P1.7 (SCK)
(RXD) P3.0	2	41	P1.6 (MISO)
(TXD) P3.1	3	40	P1.5 (MOSI)
(INT0) P3.2	4	39	P1.4
(INT1) P3.3	5	38	P1.3
(T0) P3.4	6	37	P1.2
(T1) P3.5	7	36	P1.1
(WR) P3.6	8	35	P1.0
(RD) P3.7	9	34	VDD
XTAL2	10	33	PWRVDD
XTAL1	11	32	P0.0 (AD0)
GND	12	31	P0.1 (AD1)
PWRGND	13	30	P0.2 (AD2)
(A8) P2.0	14	29	P0.3 (AD3)
(A9) P2.1	15	28	P0.4 (AD4)
(A10) P2.2	16	27	P0.5 (AD5)
(A11) P2.3	17	26	P0.6 (AD6)
(A12) P2.4	18	25	P0.7 (AD7)
(A13) P2.5	19	24	EA/VPP
(A14) P2.6	20	23	ALE/PROG
(A15) P2.7	21	22	PSEN

Block Diagram



Description

- ;
: Supply voltage (all packages except 42-PDIP).
-)
: Ground (all packages except 42-PDIP; for 42-PDIP GND connects only the logic core and the embedded program memory).
-)
: Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the logic core and the embedded program memory.

RVDD Supply voltage for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. The application board **MUST** connect both VDD and PWRVDD to the board supply voltage.

RGND Ground for the 42-PDIP which connects only the I/O Pad Drivers. PWRGND and GND are weakly connected through the common silicon substrate, but not through any metal link. The application board **MUST** connect both GND and PWRGND to the board ground.

P0 Port 0 is an 8-bit open drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

P1 Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

P2 Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

PROG

Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

\overline{N}

Program Store Enable (\overline{PSEN}) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory, \overline{PSEN} is activated twice each machine cycle, except that two \overline{PSEN} activations are skipped during each access to external data memory.

PP

External Access Enable. \overline{EA} must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, \overline{EA} will be internally latched on reset.

\overline{EA} should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{AP}) during Flash programming.

.1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

.2

Output from the inverting oscillator amplifier





Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in Table 1.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

Table 1. AT89S51 SFR Map and Reset Values

F8H								0FFH
F0H	B 00000000							0F7H
E8H								0EFH
E0H	ACC 00000000							0E7H
D8H								0DFH
D0H	PSW 00000000							0D7H
C8H								0CFH
C0H								0C7H
B8H	IP XX000000							0BFH
B0H	P3 11111111							0B7H
A8H	IE 0X000000							0AFH
A0H	P2 11111111	AUXR1 XXXXXXXX0				WDRST XXXXXXXXX		0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000	AUXR XXX00XX0	8FH
80H	P0 11111111	SP 00000111	DP0L 00000000	DP0H 00000000	DP1L 00000000	DP1H 00000000	PCON 0XXX0000	87H

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Interrupt Registers: The individual interrupt enable bits are in the IE register. Two priorities can be set for each of the five interrupt sources in the IP register.

Table 2. AUXR: Auxiliary Register

AUXR				Address = 8EH				Reset Value = XXX00XX0B				
Not Bit Addressable												
				WDIDLE	DISRTO					DISALE		
Bit	7	6	5	4	3	2	1	0				
— Reserved for future expansion												
DISALE		Disable/Enable ALE										
		DISALE										
		Operating Mode										
		0	ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency									
		1	ALE is active only during a MOVX or MOV C instruction									
DISRTO		Disable/Enable Reset-out										
		DISRTO										
		0	Reset pin is driven High after WDT times out									
		1	Reset pin is input only									
WDIDLE		Disable/Enable WDT in IDLE mode										
WDIDLE												
0		WDT continues to count in IDLE mode										
1		WDT halts counting in IDLE mode										

Dual Data Pointer Registers: To facilitate accessing both internal and external data memory, two banks of 16-bit Data Pointer Registers are provided: DP0 at SFR address locations 82H-83H and DP1 at 84H-85H. Bit DPS = 0 in SFR AUXR1 selects DP0 and DPS = 1 selects DP1. The user should **ALWAYS** initialize the DPS bit to the appropriate value before accessing the respective Data Pointer Register.





Power Off Flag: The Power Off Flag (POF) is located at bit 4 (PCON.4) in the PCON SFR. POF is set to "1" during power up. It can be set and rest under software control and is not affected by reset.

Table 3. AUXR1: Auxiliary Register 1

AUXR1		Address = A2H						Reset Value = XXXXXXXB	
Not Bit Addressable									
Bit	-		-	-	-	-	-	DPS	
	7	6	5	4	3	2	1	0	
-									
Reserved for future expansion									
DPS		Data Pointer Register Select							
DPS									
0		Selects DPTR Registers DP0L, DP0H							
1		Selects DPTR Registers DP1L, DP1H							

Memory Organization

MCS-51 devices have a separate address space for Program and Data Memory. Up to 64K bytes each of external Program and Data Memory can be addressed.

Program Memory

If the \overline{EA} pin is connected to GND, all program fetches are directed to external memory. On the AT89S51, if \overline{EA} is connected to V_{CC} , program fetches to addresses 0000H through FFFH are directed to internal memory and fetches to addresses 1000H through FFFFH are directed to external memory.

Data Memory

The AT89S51 implements 128 bytes of on-chip RAM. The 128 bytes are accessible via direct and indirect addressing modes. Stack operations are examples of indirect addressing, so the 128 bytes of data RAM are available as stack space.

Watchdog Timer (WDT) or Time-out (Watchdog)

The WDT is intended as a recovery method in situations where the CPU may be subjected to software upsets. The WDT consists of a 14-bit counter and the Watchdog Timer Reset (WDTRST) SFR. The WDT is defaulted to disable from exiting reset. To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. The WDT timeout period is dependent on the external clock frequency. There is no way to disable the WDT except through reset (either hardware reset or WDT overflow reset). When WDT overflows, it will drive an output RESET HIGH pulse at the RST pin.

Using the WDT

To enable the WDT, a user must write 01EH and 0E1H in sequence to the WDTRST register (SFR location 0A6H). When the WDT is enabled, the user needs to service it by writing 01EH and 0E1H to WDTRST to avoid a WDT overflow. The 14-bit counter overflows when it reaches 16383 (3FFFH), and this will reset the device. When the WDT is enabled, it will increment every machine cycle while the oscillator is running. This means the user must reset the WDT at least every 16383 machine cycles. To reset the WDT the user must write 01EH and 0E1H to WDTRST. WDTRST is a write-only register. The WDT counter cannot be read or written. When WDT overflows, it will generate an output RESET pulse at the RST pin. The RESET pulse duration is 98xTOSC, where TOSC = 1/FOSC. To make the best use of the WDT, it should be serviced in those sections of code that will periodically be executed within the time required to prevent a WDT reset.

During Power-down Idle

In Power-down mode the oscillator stops, which means the WDT also stops. While in Power-down mode, the user does not need to service the WDT. There are two methods of exiting Power-down mode: by a hardware reset or via a level-activated external interrupt, which is enabled prior to entering Power-down mode. When Power-down is exited with hardware reset, servicing the WDT should occur as it normally does whenever the AT89S51 is reset. Exiting Power-down with an interrupt is significantly different. The interrupt is held low long enough for the oscillator to stabilize. When the interrupt is brought high, the interrupt is serviced. To prevent the WDT from resetting the device while the interrupt pin is held low, the WDT is not started until the interrupt is pulled high. It is suggested that the WDT be reset during the interrupt service for the interrupt used to exit Power-down mode.

To ensure that the WDT does not overflow within a few states of exiting Power-down, it is best to reset the WDT just before entering Power-down mode.

Before going into the IDLE mode, the WDIDLE bit in SFR AUXR is used to determine whether the WDT continues to count if enabled. The WDT keeps counting during IDLE (WDIDLE bit = 0) as the default state. To prevent the WDT from resetting the AT89S51 while in IDLE mode, the user should always set up a timer that will periodically exit IDLE, service the WDT, and reenter IDLE mode.

With WDIDLE bit enabled, the WDT will stop to count in IDLE mode and resumes the count upon exit from IDLE.

UART

The UART in the AT89S51 operates the same way as the UART in the AT89C51. For further information on the UART operation, refer to the Atmel Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture", then "Documentation", and "Other Documents". Open the Adobe® Acrobat® file "AT89 Series Hardware Description".

Timer 0 and 1

Timer 0 and Timer 1 in the AT89S51 operate the same way as Timer 0 and Timer 1 in the AT89C51. For further information on the timers' operation, refer to the Atmel Web site (<http://www.atmel.com>). From the home page, select "Products", then "Microcontrollers", then "8051-Architecture", then "Documentation", and "Other Documents". Open the Adobe Acrobat file "AT89 Series Hardware Description".

Interrupts

The AT89S51 has a total of five interrupt vectors: two external interrupts ($\overline{INT0}$ and $\overline{INT1}$), two timer interrupts (Timers 0 and 1), and the serial port interrupt. These interrupts are all shown in Figure 1.

Each of these interrupt sources can be individually enabled or disabled by setting or clearing a bit in Special Function Register IE. IE also contains a global disable bit, EA, which disables all interrupts at once.

Note that Table 4 shows that bit positions IE.6 and IE.5 are unimplemented. User software should not write 1s to these bit positions, since they may be used in future AT89 products.

The Timer 0 and Timer 1 flags, TF0 and TF1, are set at S5P2 of the cycle in which the timers overflow. The values are then polled by the circuitry in the next cycle.

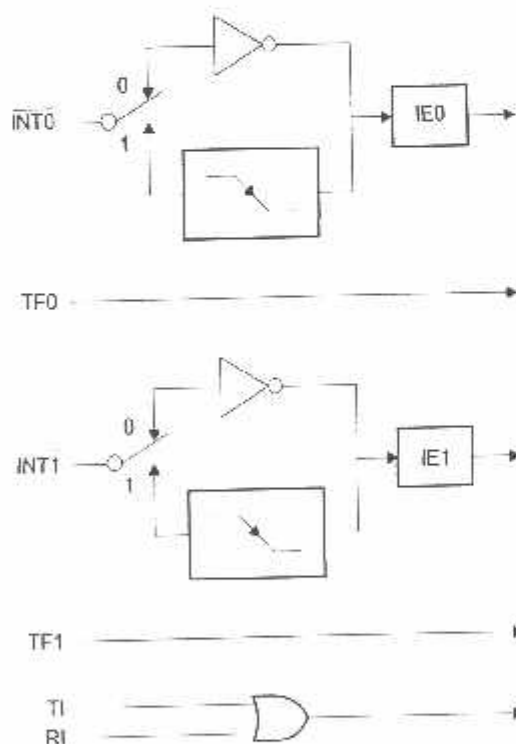
Table 4. Interrupt Enable (IE) Register

(MSB)				(LSB)			
EA	—	—	ES	ET1	EX1	ET0	EX0
Enable Bit = 1 enables the interrupt.							
Enable Bit = 0 disables the interrupt.							

Symbol	Position	Function
EA	IE.7	Disables all interrupts. If EA = 0, no interrupt is acknowledged. If EA = 1, each interrupt source is individually enabled or disabled by setting or clearing its enable bit.
—	IE.6	Reserved
—	IE.5	Reserved
ES	IE.4	Serial Port interrupt enable bit
ET1	IE.3	Timer 1 interrupt enable bit
EX1	IE.2	External interrupt 1 enable bit
ET0	IE.1	Timer 0 interrupt enable bit
EX0	IE.0	External interrupt 0 enable bit

User software should never write 1s to reserved bits, because they may be used in future AT89 products.

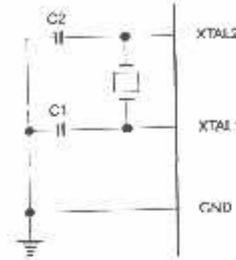
Figure 1. Interrupt Sources



Oscillator Characteristics

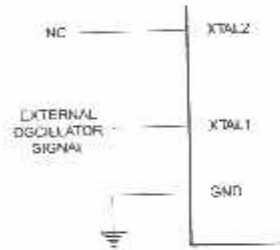
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier that can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 2. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven, as shown in Figure 3. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 2. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = $30 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ for Crystals
 = $40 \text{ pF} \pm 10 \text{ pF}$ for Ceramic Resonators

Figure 3. External Clock Drive Configuration



Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special function registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

Note that when idle mode is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when idle mode is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes idle mode should not write to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the Power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes Power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the Power-down mode is terminated. Exit from Power-down mode can be initiated either by a hardware reset or by activation of an enabled external interrupt (INT0 or INT1). Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Table 5. Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

Program Memory Lock

The AT89S51 has three lock bits that can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the following table.

Table 6. Lock Bit Protection Modes

Program Lock Bits				Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program lock features
2	P	U	U	MOVX instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory. \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash memory is disabled
3	P	P	U	Same as mode 2, but verify is also disabled
4	P	P	P	Same as mode 3, but external execution is also disabled

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value and holds that value until reset is activated. The latched value of \overline{EA} must agree with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Programming Flash – Parallel Mode

The AT89S51 is shipped with the on-chip Flash memory array ready to be programmed. The programming interface needs a high-voltage (12-volt) program enable signal and is compatible with conventional third-party Flash or EPROM programmers.

The AT89S51 code memory array is programmed byte-by-byte.

Programming Algorithm: Before programming the AT89S51, the address, data, and control signals should be set up according to the Flash Programming Modes table (Table 7) and Figures 4 and 5. To program the AT89S51, take the following steps:

1. Input the desired memory location on the address lines.
2. Input the appropriate data byte on the data lines.
3. Activate the correct combination of control signals.
4. Raise \overline{EA}/V_{PP} to 12V.
5. Pulse ALE/ \overline{PROG} once to program a byte in the Flash array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes no more than 50 μ s. Repeat steps 1 through 5, changing the address and data for the entire array or until the end of the object file is reached.

Data Polling: The AT89S51 features Data Polling to indicate the end of a byte write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P0.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. P3.0 is pulled low after ALE goes high during programming to indicate BUSY. P3.0 is pulled high again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed, the programmed code data can be read back via the address and data lines for verification. **The status of the individual lock bits can be verified directly by reading them back.**

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 100H, and 200H, except that P3.6 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows:

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel
 (100H) = 51H indicates AT89S51
 (200H) = 06H

Chip Erase: In the parallel programming mode, a chip erase operation is initiated by using the proper combination of control signals and by pulsing ALE/PROG low for a duration of 200 ns - 500 ns.

In the serial programming mode, a chip erase operation is initiated by issuing the Chip Erase instruction. In this mode, chip erase is self-timed and takes about 500 ms.

During chip erase, a serial read from any address location will return 00H at the data output.

programming Flash – al Mode

The Code memory array can be programmed using the serial ISP interface while RST is pulled to V_{CC} . The serial interface consists of pins SCK, MOSI (input) and MISO (output). After RST is set high, the Programming Enable instruction needs to be executed first before other operations can be executed. Before a reprogramming sequence can occur, a Chip Erase operation is required.

The Chip Erase operation turns the content of every memory location in the Code array into FFH.

Either an external system clock can be supplied at pin XTAL1 or a crystal needs to be connected across pins XTAL1 and XTAL2. The maximum serial clock (SCK) frequency should be less than 1/16 of the crystal frequency. With a 33 MHz oscillator clock, the maximum SCK frequency is 2 MHz.

al programming rithm

To program and verify the AT89S51 in the serial programming mode, the following sequence is recommended:

1. Power-up sequence:
 Apply power between VCC and GND pins.
 Set RST pin to "H".
 If a crystal is not connected across pins XTAL1 and XTAL2, apply a 3 MHz to 33 MHz clock to XTAL1 pin and wait for at least 10 milliseconds.
2. Enable serial programming by sending the Programming Enable serial instruction to pin MOSI/P1.5. The frequency of the shift clock supplied at pin SCK/P1.7 needs to be less than the CPU clock at XTAL1 divided by 16.
3. The Code array is programmed one byte at a time in either the Byte or Page mode. The write cycle is self-timed and typically takes less than 0.5 ms at 5V.
4. Any memory location can be verified by using the Read instruction that returns the content at the selected address at serial output MISO/P1.6.
5. At the end of a programming session, RST can be set low to commence normal device operation.



Power-off sequence (if needed):

Set XTAL1 to "L" (if a crystal is not used).

Set RST to "L".

Turn V_{CC} power off.

Data Polling: The Data Polling feature is also available in the serial mode. In this mode, during a write cycle an attempted read of the last byte written will result in the complement of the MSB of the serial output byte on MISO.

The Instruction Set for Serial Programming follows a 4-byte protocol and is shown in Table 8.

Serial Programming Instruction Set

Serial Programming Interface – Parallel Mode

Every code byte in the Flash array can be programmed by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

Most major worldwide programming vendors offer worldwide support for the Atmel AT89 microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Table 7. Flash Programming Modes

Mode	V_{CC}	RST	PSEN	ALE/ PROG	EA/ V_{PP}	P2.6	P2.7	P3.3	P3.6	P3.7	P0.7-0 Data	P2.3-0	P1.7-0
												Address	
Write Code Data	5V	H	L	(2)	12V	L	H	H	H	H	D_{IN}	A11-8	A7-0
Read Code Data	5V	H	L	H	H	L	L	L	H	H	D_{OUT}	A11-8	A7-0
Write Lock Bit 1	5V	H	L	(3)	12V	H	H	H	H	H	X	X	X
Write Lock Bit 2	5V	H	L	(3)	12V	H	H	H	L	L	X	X	X
Write Lock Bit 3	5V	H	L	(3)	12V	H	L	H	H	L	X	X	X
Read Lock Bits 1, 2, 3	5V	H	L	H	H	H	H	L	H	L	P0.2, P0.3, P0.4	X	X
Chip Erase	5V	H	L	(1)	12V	H	L	H	L	L	X	X	X
Read Atmel ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	1EH	0000	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	51H	0001	00H
Read Device ID	5V	H	L	H	H	L	L	L	L	L	06H	0010	00H

- Notes:
1. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Chip Erase.
 2. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Code Data.
 3. Each PROG pulse is 200 ns - 500 ns for Write Lock Bits.
 4. RDY/BSY signal is output on P3.0 during programming.
 5. X = don't care.

Figure 4. Programming the Flash Memory (Parallel Mode)

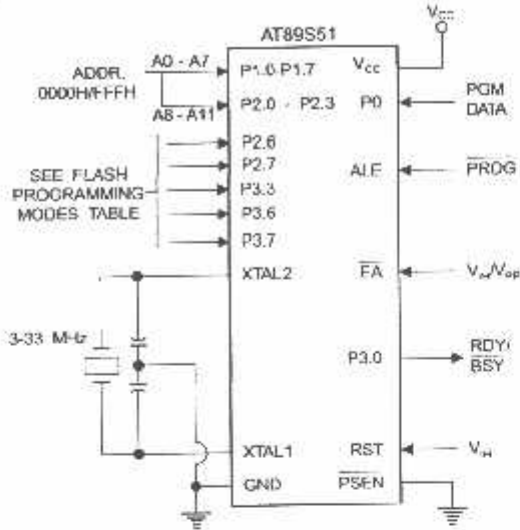
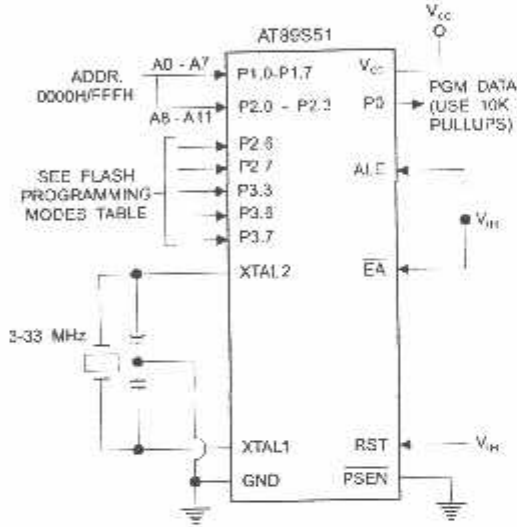


Figure 5. Verifying the Flash Memory (Parallel Mode)

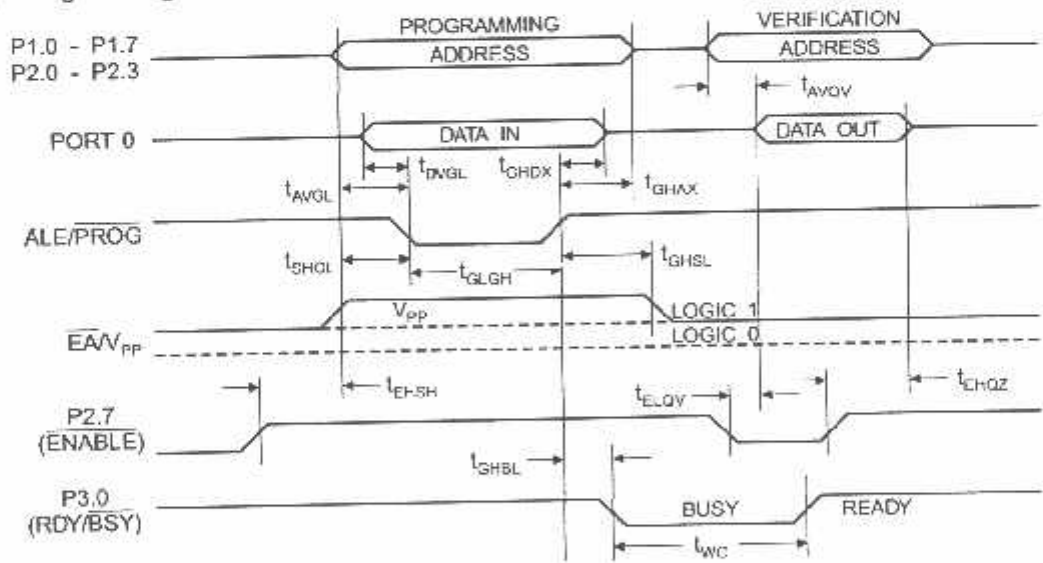


Flash Programming and Verification Characteristics (Parallel Mode)

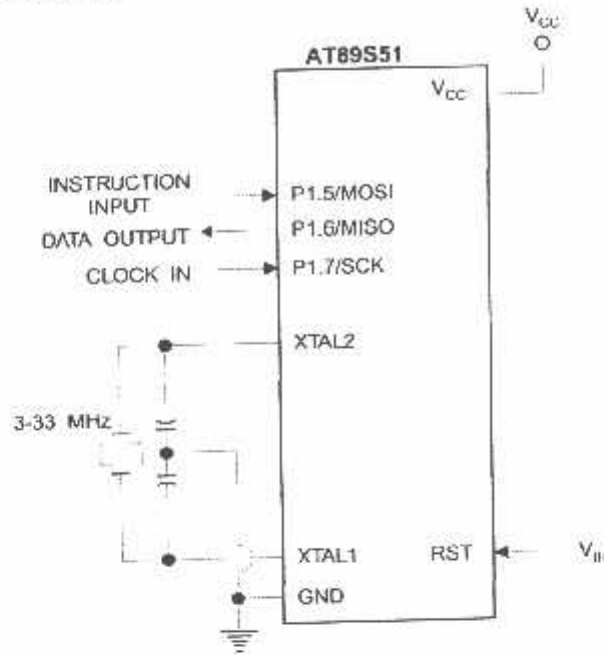
20°C to 30°C, $V_{CC} = 4.5$ to $5.5V$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Supply Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Supply Current		10	mA
I_{CC}	V_{CC} Supply Current		30	mA
f_{OSC}	Oscillator Frequency	3	33	MHz
t_{AC1}	Address Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
t_{AH}	Address Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
t_{DC1}	Data Setup to \overline{PROG} Low	$48t_{CLCL}$		
t_{DH}	Data Hold After \overline{PROG}	$48t_{CLCL}$		
$t_{P2.7}$	P2.7 (ENABLE) High to V_{PP}	$48t_{CLCL}$		
t_{VPP}	V_{PP} Setup to \overline{PROG} Low	10		μs
t_{VPPH}	V_{PP} Hold After \overline{PROG}	10		μs
t_{PROG}	\overline{PROG} Width	0.2	1	μs
t_{AVD}	Address to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{EVD}	ENABLE Low to Data Valid		$48t_{CLCL}$	
t_{DF}	Data Float After ENABLE	0	$48t_{CLCL}$	
t_{PROGH}	\overline{PROG} High to \overline{BUSY} Low		1.0	μs
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		50	μs

Figure 6. Flash Programming and Verification Waveforms – Parallel Mode

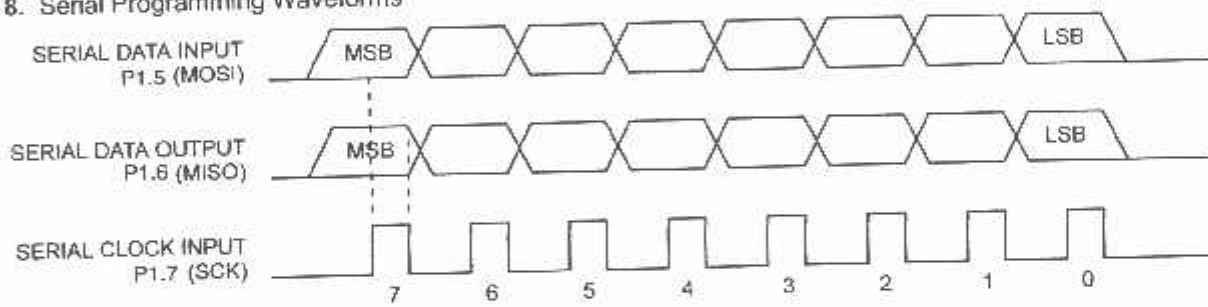


re 7. Flash Memory Serial Downloading



sh Programming and Verification Waveforms – Serial Mode

re 8. Serial Programming Waveforms



8. Serial Programming Instruction Set

Instruction	Instruction Format				Operation
	Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	
Programming Enable	1010 1100	0101 0011	xxxx xxxx	xxxx xxxx 0110 1001 (Output on MISO)	Enable Serial Programming while RST is high
Chip Erase	1010 1100	100x xxxx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Chip Erase Flash memory array
Read Program Memory (Byte Mode)	0010 0000	xxxx			Read data from Program memory in the byte mode
Write Program Memory (Byte Mode)	0100 0000	xxxx			Write data to Program memory in the byte mode
Write Lock Bits ⁽¹⁾	1010 1100	1110 00xx	xxxx xxxx	xxxx xxxx	Write Lock bits. See Note (1).
Read Lock Bits	0010 0100	xxxx xxxx	xxxx xxxx	xxxx	Read back current status of the lock bits (a programmed lock bit reads back as a "1")
Read Signature Bytes	0010 1000	xxxx	xxx xxx0	Signature Byte	Read Signature Byte
Read Program Memory (Page Mode)	0011 0000	xxxx	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Read data from Program memory in the Page Mode (256 bytes)
Write Program Memory (Page Mode)	0101 0000	xxxx	Byte 0	Byte 1... Byte 255	Write data to Program memory in the Page Mode (256 bytes)

1. B1 = 0, B2 = 0 → Mode 1, no lock protection
 B1 = 0, B2 = 1 → Mode 2, lock bit 1 activated
 B1 = 1, B2 = 0 → Mode 3, lock bit 2 activated
 B1 = 1, B2 = 1 → Mode 4, lock bit 3 activated

Each of the lock bit modes need to be activated sequentially before Mode 4 can be executed.

After Reset signal is high, SCK should be low for at least 64 system clocks before it goes high to clock in the enable data bytes. No pulsing of Reset signal is necessary. SCK should be no faster than 1/16 of the system clock at XTAL1.

For Page Read/Write, the data always starts from byte 0 to 255. After the command byte and upper address byte are latched, each byte thereafter is treated as data until all 256 bytes are shifted in/out. Then the next instruction will be ready to be decoded.

Serial Programming Characteristics

Figure 9. Serial Programming Timing

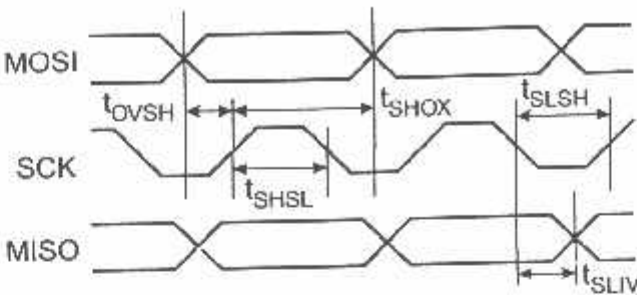


Table 9. Serial Programming Characteristics, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $V_{CC} = 4.0 - 5.5\text{V}$ (Unless Otherwise Noted)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Units
f_{CLCL}	Oscillator Frequency	3		33	MHz
T_{CLCL}	Oscillator Period	30			ns
t_{SLH}	SCK Pulse Width High	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SLL}	SCK Pulse Width Low	$8 t_{CLCL}$			ns
t_{SH}	MOSI Setup to SCK High	t_{CLCL}			ns
t_{SH}	MOSI Hold after SCK High	$2 t_{CLCL}$			ns
t_{SLIV}	SCK Low to MISO Valid	10	16	32	ns
t_{CHSE}	Chip Erase Instruction Cycle Time			500	ms
t_{CHWC}	Serial Byte Write Cycle Time			$64 t_{CLCL} + 400$	μs

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
Output Current	15.0 mA

*NOTICE:

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Characteristics

Values shown in this table are valid for $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C and $V_{CC} = 4.0\text{V}$ to 5.5V , unless otherwise noted.

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
	Input Low Voltage	(Except $\overline{\text{EA}}$)	-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.1$	V
	Input Low Voltage ($\overline{\text{EA}}$)		-0.5	$0.2 V_{CC} - 0.3$	V
	Input High Voltage	(Except XTAL1, RST)	$0.2 V_{CC} + 0.9$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Input High Voltage	(XTAL1, RST)	$0.7 V_{CC}$	$V_{CC} + 0.5$	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Ports 1,2,3)	$I_{OL} = 1.6 \text{ mA}$		0.45	V
	Output Low Voltage ⁽¹⁾ (Port 0, ALE, PSEN)	$I_{OL} = 3.2 \text{ mA}$		0.45	V
	Output High Voltage (Ports 1,2,3, ALE, PSEN)	$I_{OH} = -60 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -25 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -10 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Output High Voltage (Port 0 in External Bus Mode)	$I_{OH} = -800 \mu\text{A}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$	2.4		V
		$I_{OH} = -300 \mu\text{A}$	$0.75 V_{CC}$		V
		$I_{OH} = -80 \mu\text{A}$	$0.9 V_{CC}$		V
	Logical 0 Input Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 0.45\text{V}$		-50	μA
	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1,2,3)	$V_{IN} = 2\text{V}$, $V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$		-650	μA
	Input Leakage Current (Port 0, $\overline{\text{EA}}$)	$0.45 < V_{IN} < V_{CC}$		± 10	μA
CT	Reset Pulldown Resistor		50	300	$\text{K}\Omega$
	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		10	pF
	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz		25	mA
		Idle Mode, 12 MHz		6.5	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	$V_{CC} = 5.5\text{V}$		50	μA

1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 10 mA

Maximum I_{OL} per 8-bit port:

Port 0: 26 mA Ports 1, 2, 3: 15 mA

Maximum total I_{OL} for all output pins: 71 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.

Characteristics

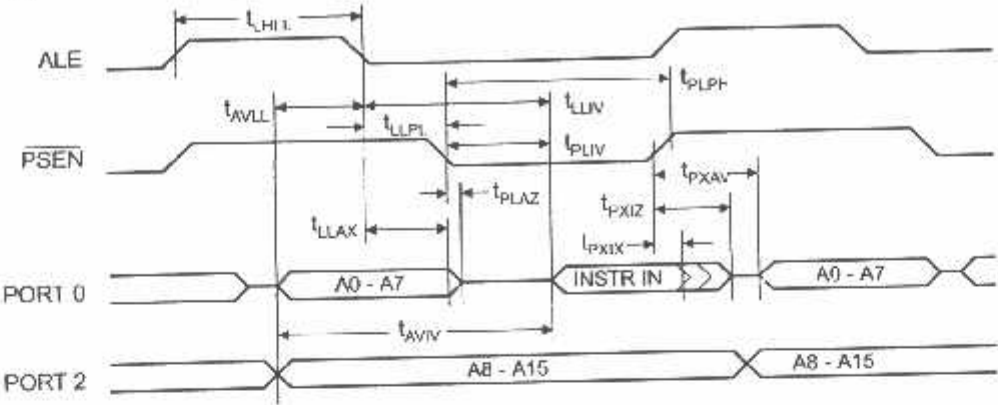
at operating conditions, load capacitance for Port 0, ALE/PROG, and PSEN = 100 pF; load capacitance for all other ports = 80 pF.

Internal Program and Data Memory Characteristics

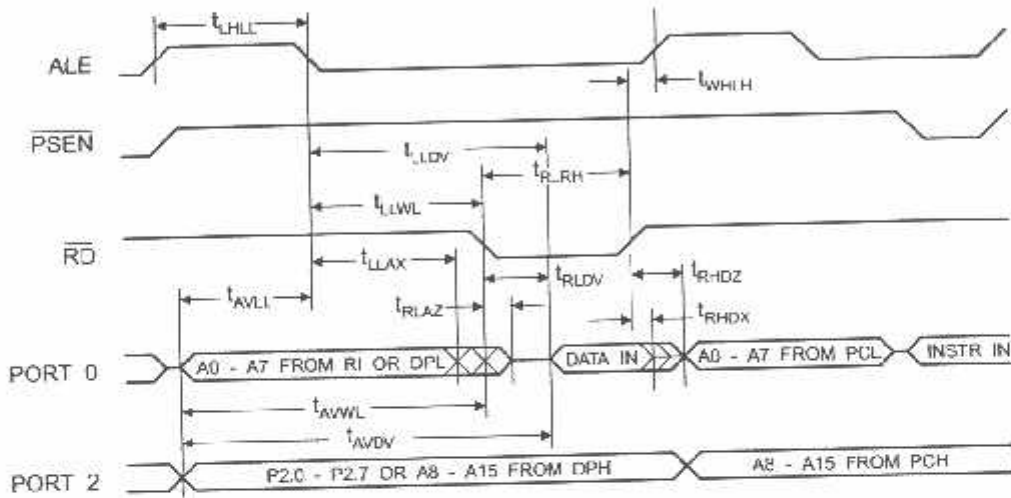
Symbol	Parameter	12 MHz Oscillator		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
f _{osc}	Oscillator Frequency			0	33	MHz
t _{AL}	ALE Pulse Width	127		2t _{CLCL} -40		ns
t _{AVL}	Address Valid to ALE Low	43		t _{CLCL} -25		ns
t _{AHL}	Address Hold After ALE Low	48		t _{CLCL} -25		ns
t _{ALV}	ALE Low to Valid Instruction In		233		4t _{CLCL} -65	ns
t _{ALP}	ALE Low to PSEN Low	43		t _{CLCL} -25		ns
t _{PH}	PSEN Pulse Width	205		3t _{CLCL} -45		ns
t _{PLV}	PSEN Low to Valid Instruction In		145		3t _{CLCL} -60	ns
t _{IIH}	Input Instruction Hold After PSEN	0		0		ns
t _{IFL}	Input Instruction Float After PSEN		59		t _{CLCL} -25	ns
t _{PSV}	PSEN to Address Valid	75		t _{CLCL} -8		ns
t _{AVI}	Address to Valid Instruction In		312		5t _{CLCL} -80	ns
t _{PLF}	PSEN Low to Address Float		10		10	ns
t _{RD}	RD Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{WR}	WR Pulse Width	400		6t _{CLCL} -100		ns
t _{RDV}	RD Low to Valid Data In		252		5t _{CLCL} -90	ns
t _{DH}	Data Hold After RD	0		0		ns
t _{DF}	Data Float After RD		97		2t _{CLCL} -28	ns
t _{ALV}	ALE Low to Valid Data In		517		8t _{CLCL} -150	ns
t _{AVI}	Address to Valid Data In		585		9t _{CLCL} -165	ns
t _{ALR}	ALE Low to RD or WR Low	200	300	3t _{CLCL} -50	3t _{CLCL} +50	ns
t _{ALR}	Address to RD or WR Low	203		4t _{CLCL} -75		ns
t _{DLV}	Data Valid to WR Transition	23		t _{CLCL} -30		ns
t _{DLH}	Data Valid to WR High	433		7t _{CLCL} -130		ns
t _{DH}	Data Hold After WR	33		t _{CLCL} -25		ns
t _{RLF}	RD Low to Address Float		0		0	ns
t _{RLA}	RD or WR High to ALE High	43	123	t _{CLCL} -25	t _{CLCL} +25	ns



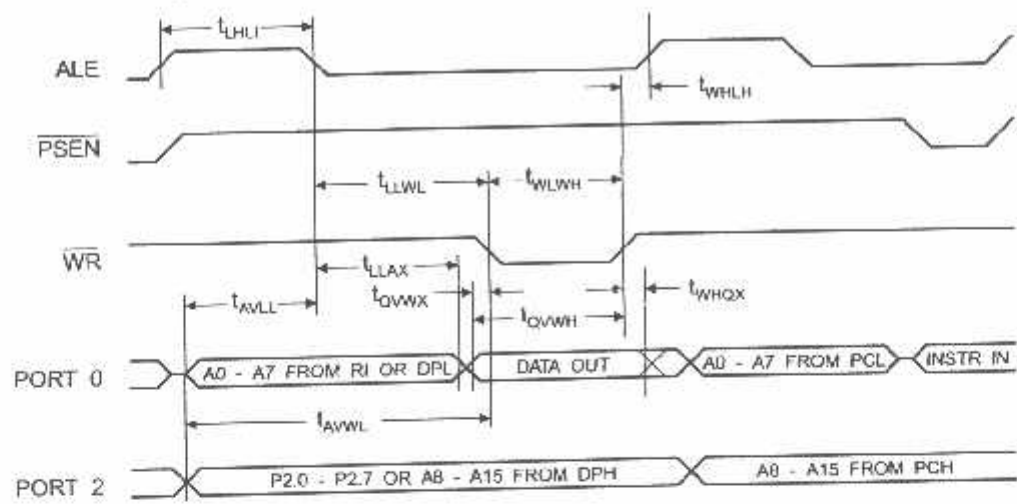
Internal Program Memory Read Cycle



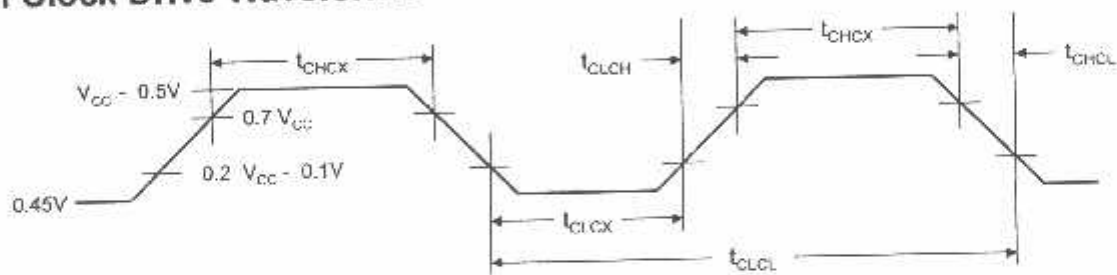
Internal Data Memory Read Cycle



External Data Memory Write Cycle



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
f_{CLCL}	Oscillator Frequency	0	33	MHz
T_{CLCL}	Clock Period	30		ns
t_{CHCX}	High Time	12		ns
t_{CLCX}	Low Time	12		ns
t_{CHLH}	Rise Time		5	ns
t_{CHCL}	Fall Time		5	ns



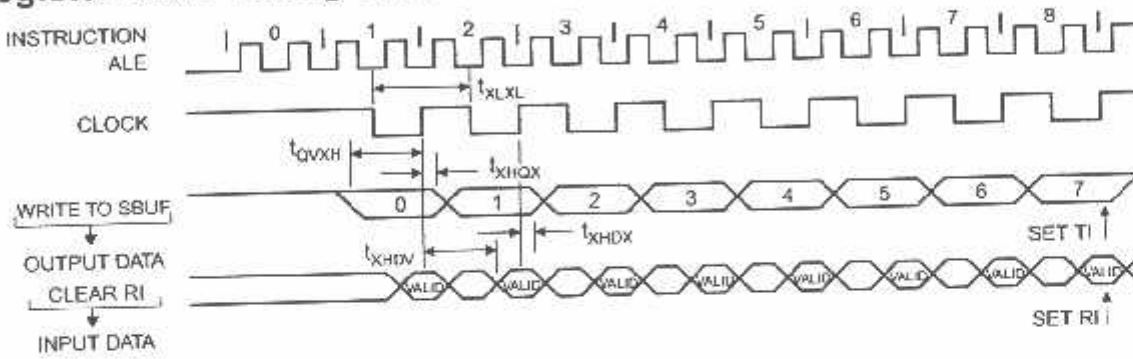


Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

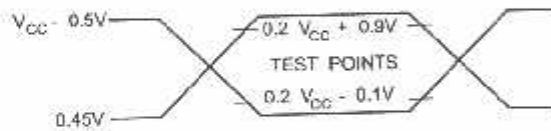
Values in this table are valid for $V_{CC} = 4.0V$ to $5.5V$ and Load Capacitance = 80 pF .

Signal	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
	Output Data Hold After Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-80$		ns
	Input Data Hold After Clock Rising Edge	0		0		ns
	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms

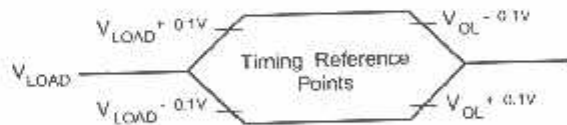


Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾



- AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

Timing Waveforms⁽¹⁾



- For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when a 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.

Ordering Information

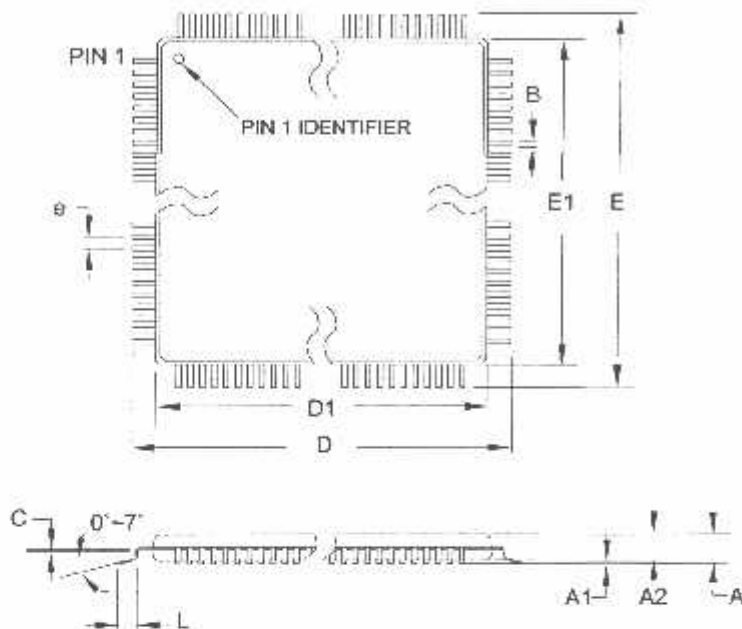
Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
24	4.0V to 5.5V	AT89S51-24AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-24JC	44J	
		AT89S51-24PC	40P6	
		AT89S51-24SC	42PS6	
		AT89S51-24AI	44A	Industrial (-40° C to 85° C)
		AT89S51-24JI	44J	
		AT89S51-24PI	40P6	
		AT89S51-24SI	42PS6	
33	4.5V to 5.5V	AT89S51-33AC	44A	Commercial (0° C to 70° C)
		AT89S51-33JC	44J	
		AT89S51-33PC	40P6	
		AT89S51-33SC	42PS6	

Package Type	
A	44-lead, Thin Plastic Gull Wing Quad Flatpack (TQFP)
J	44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)
P6	40-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
PS6	42-pin, 0.600" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)



Packaging Information

44A – TQFP



COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	1.20	
A1	0.05	—	0.15	
A2	0.95	1.00	1.05	
D	11.75	12.00	12.25	
D1	9.90	10.00	10.10	Note 2
E	11.75	12.00	12.25	
E1	9.90	10.00	10.10	Note 2
B	0.30	—	0.45	
C	0.09	—	0.20	
L	0.45	—	0.75	
e	0.80 TYP			

- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-026, Variation ACB.
 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is 0.25 mm per side. Dimensions D1 and E1 are maximum plastic body size dimensions including mold mismatch.
 3. Lead coplanarity is 0.10 mm maximum.

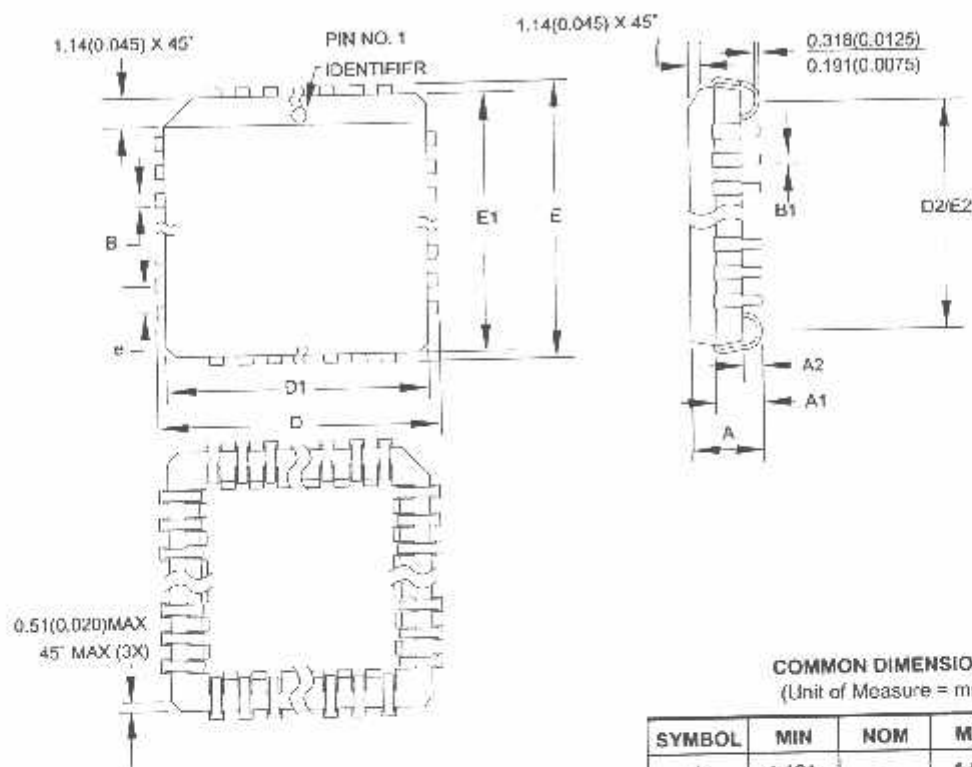
10/5/2001

TITLE	DRAWING NO.	REV.
44A , 44-lead, 10 x 10 mm Body Size, 1.0 mm Body Thickness, 0.8 mm Lead Pitch, Thin Profile Plastic Quad Flat Package (TQFP)	44A	B

AT89S51

2487B M/CRC-1207

IJ – PLCC



- Notes:
- 1. This package conforms to JEDEC reference MS-018, Variation AC.
 - 2. Dimensions D1 and E1 do not include mold protrusion. Allowable protrusion is .010" (0.254 mm) per side. Dimension D1 and E1 include mold mismatch and are measured at the extreme material condition at the upper or lower parting line.
 - 3. Lead coplanarity is 0.004" (0.102 mm) maximum.

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	4.191	—	4.572	
A1	2.286	—	3.048	
A2	0.508	—	—	
D	17.399	—	17.853	
D1	16.510	—	16.662	Note 2
E	17.399	—	17.653	
E1	16.510	—	16.662	Note 2
D2/E2	14.986	—	16.002	
B	0.660	—	0.813	
B1	0.330	—	0.533	
e	1.270 TYP			

10/C4/01



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

44J, 44-lead, Plastic J-leaded Chip Carrier (PLCC)

DRAWING NO.

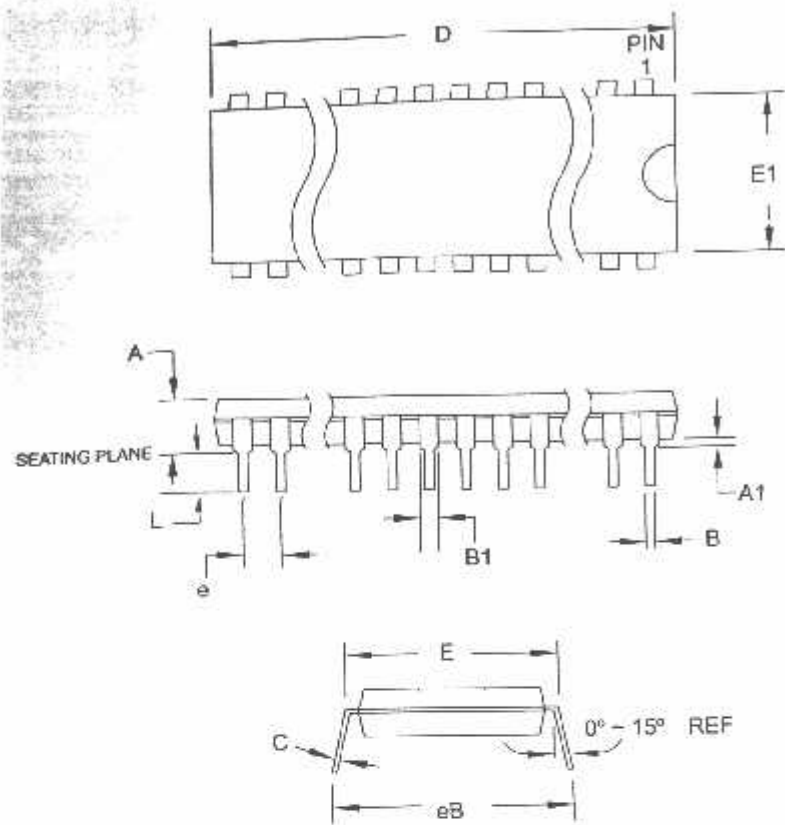
44J

REV.

B



40P6 – PDIP



- Notes:
1. This package conforms to JEDEC reference MS-011, Variation AC.
 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	4.826	
A1	0.381	—	—	
D	52.070	—	52.578	Note 2
E	15.240	—	15.875	
E1	13.462	—	13.970	Note 2
B	0.356	—	0.559	
B1	1.041	—	1.651	
L	3.048	—	3.556	
C	0.203	—	0.381	
eB	15.494	—	17.526	
e	2.540 TYP			

09/28/01



2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131

TITLE

40P6, 40-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual
Inline Package (PDIP)

DRAWING NO.

40P6

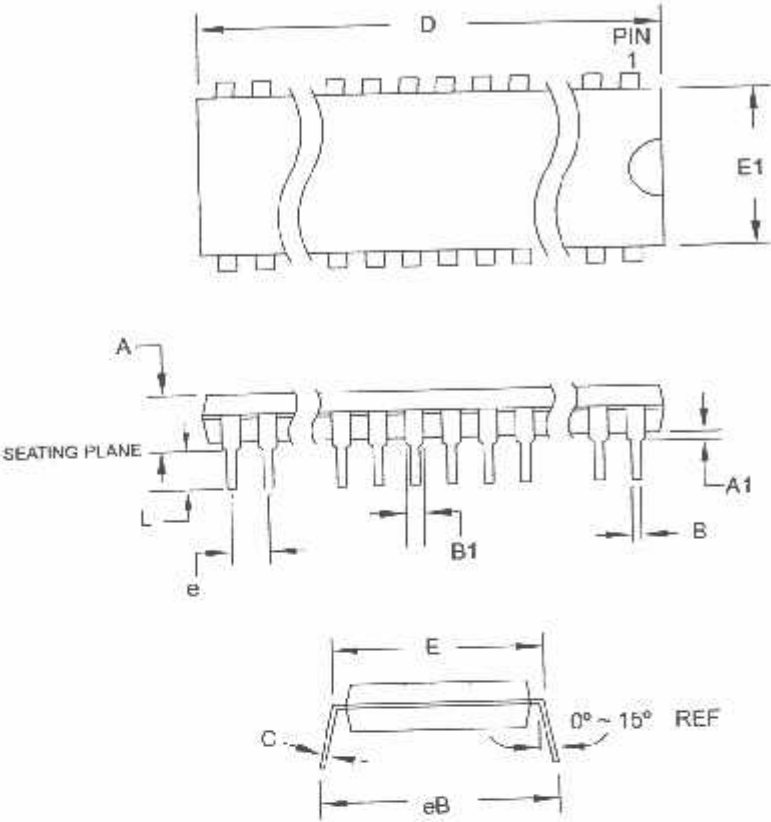
REV.

B

AT89S51

2487B-MICRO-12/03

42PS6 – PDIP




- Notes:
- 1. This package conforms to JFDEC reference MS-011, Variation AC.
 - 2. Dimensions D and E1 do not include mold Flash or Protrusion. Mold Flash or Protrusion shall not exceed 0.25 mm (0.010").

COMMON DIMENSIONS
(Unit of Measure = mm)

SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTE
A	—	—	4.83	
A1	0.51	—	—	
D	36.70	—	36.96	Note 2
E	15.24	—	15.88	
E1	13.46	—	13.97	Note 2
B	0.38	—	0.56	
B1	0.76	—	1.27	
L	3.05	—	3.43	
C	0.20	—	0.30	
eB	—	—	18.55	
e	1.78 TYP			

11/6/03

	2325 Orchard Parkway San Jose, CA 95131	TITLE 42PS6, 42-lead (0.600"/15.24 mm Wide) Plastic Dual Inline Package (PDIP)	DRAWING NO.	REV.
			42PS6	A



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 487-2600

Regional Headquarters

Europe

Atmel Sarl
Route des Arsenaux 41
Case Postale 80
CH-1705 Fribourg
Switzerland
Tel: (41) 26-426-5555
Fax: (41) 26-426-5500

Asia

Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimshatsui
East Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2721-9778
Fax: (852) 2722-1369

Pan

9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
Tel: (81) 3-3523-3551
Fax: (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Memory

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

Microcontrollers

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, USA
Tel: 1(408) 441-0311
Fax: 1(408) 436-4314

La Chantierie

BP 70602
44306 Nantes Cedex 3, France
Tel: (33) 2-40-18-18-18
Fax: (33) 2-40-18-19-60

ASIC/ASSP/Smart Cards

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex, France
Tel: (33) 4-42-53-60-00
Fax: (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park
Maxwell Building
East Kilbride G75 0QR, Scotland
Tel: (44) 1355-803-000
Fax: (44) 1355-242-743

RF/Automotive

Theresienstrasse 2
Postfach 3535
74025 Heilbronn, Germany
Tel: (49) 71-31-67-0
Fax: (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906, USA
Tel: 1(719) 576-3300
Fax: 1(719) 540-1759

Biometrics/Imaging/Hi-Rel MPU/ High Speed Converters/RF Datacom

Avenue de Rochepleine
BP 123
38521 Saint-Egreve Cedex, France
Tel: (33) 4-76-58-30-00
Fax: (33) 4-76-58-34-80

Literature Requests

www.atmel.com/literature

Disclaimer: Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use in critical components in life support devices or systems.

Atmel Corporation 2003. All rights reserved. Atmel® and combinations thereof are the registered trademarks of Atmel Corporation or its subsidiaries. MCS® is a registered trademark of Intel Corporation. Adobe® and Acrobat® are the registered trademarks of Adobe Systems Inc. All other terms and product names may be the trademarks of others.



Printed on recycled paper.

2487B MICRO-12/03

BC556/557/558/559/560

Switching and Amplifier

- High Voltage: BC556, $V_{CE0} = -65V$
- Low Noise: BC559, BC560
- Complement to BC546 ... BC 550



TO-92
1. Collector 2. Base 3. Emitter

PNP Epitaxial Silicon Transistor

Absolute Maximum Ratings $T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{CB0}	Collector-Base Voltage		
	: BC556	-80	V
	: BC557/560	-50	V
	: BC558/559	-30	V
V_{CE0}	Collector-Emitter Voltage		
	: BC556	-65	V
	: BC557/560	-45	V
	: BC558/559	-30	V
V_{EB0}	Emitter-Base Voltage	-5	V
I_C	Collector Current (DC)	-100	mA
P_C	Collector Power Dissipation	500	mW
T_J	Junction Temperature	150	$^\circ C$
T_{STG}	Storage Temperature	-65 ~ 150	$^\circ C$

Electrical Characteristics

$T_a = 25^\circ C$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
I_{CBO}	Collector Cut-off Current	$V_{CB} = -30V, I_E = 0$			-15	nA
h_{FE}	DC Current Gain	$V_{CE} = -5V, I_C = 2mA$	110		300	
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = -10mA, I_B = -0.5mA$ $I_C = -100mA, I_B = -5mA$		-90 -250	-300 -650	mV mV
$V_{BE(sat)}$	Collector-Base Saturation Voltage	$I_C = -10mA, I_B = -0.5mA$ $I_C = -100mA, I_B = -5mA$		-700 -900		mV mV
$V_{BE(on)}$	Base-Emitter On Voltage	$V_{CE} = -5V, I_C = -2mA$ $V_{CE} = -5V, I_C = -10mA$	-600	-660	-750 -800	mV mV
f_T	Current Gain Bandwidth Product	$V_{CE} = -5V, I_C = -10mA, f = 10MHz$		150		MHz
C_{cb}	Output Capacitance	$V_{CB} = -10V, I_E = 0, f = 1MHz$			6	pF
NF	Noise Figure	: BC556/557/558		2	10	dB
		: BC559/560		1	4	dB
		: BC559		1.2	4	dB
		: BC560		1.2	2	dB

h_{FE} Classification

Classification	A	B	C
h_{FE}	110 ~ 220	200 ~ 450	420 ~ 800

Rw: A2, Aug. 4, 2000

Typical Characteristics

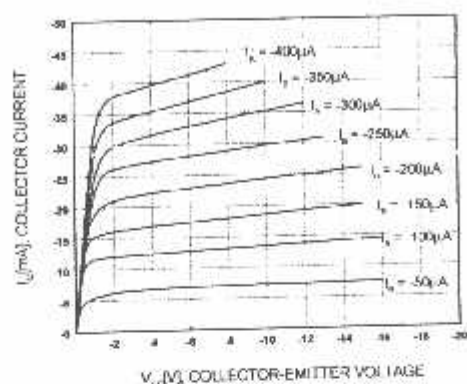


Figure 1. Static Characteristic

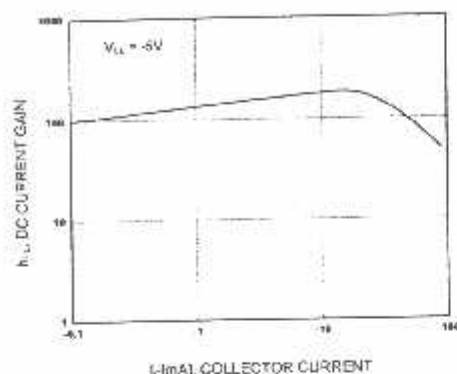


Figure 2. DC current Gain

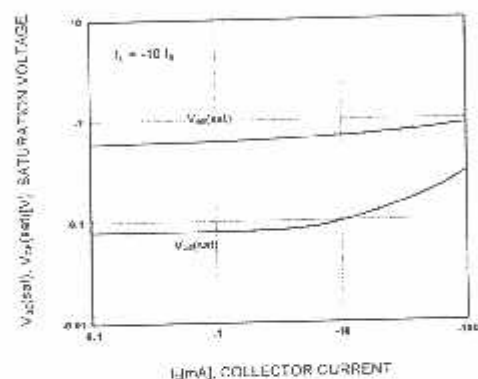


Figure 3. Base-Emitter Saturation Voltage
Collector-Emitter Saturation Voltage

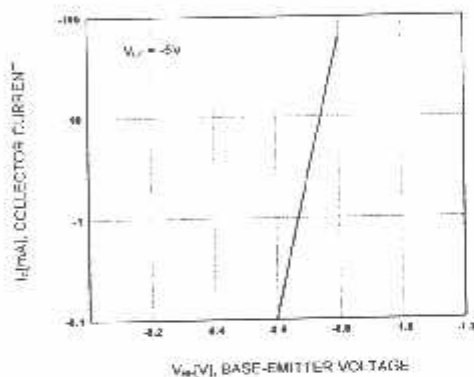


Figure 4. Base-Emitter On Voltage

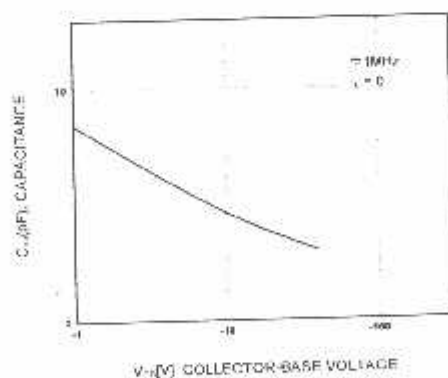


Figure 5. Collector Output Capacitance

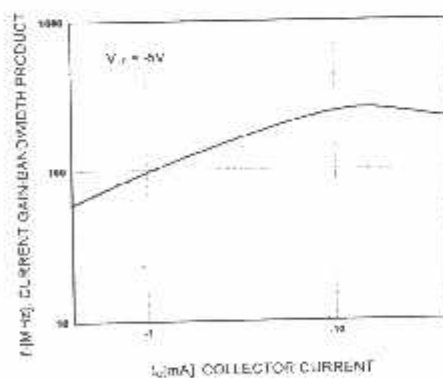
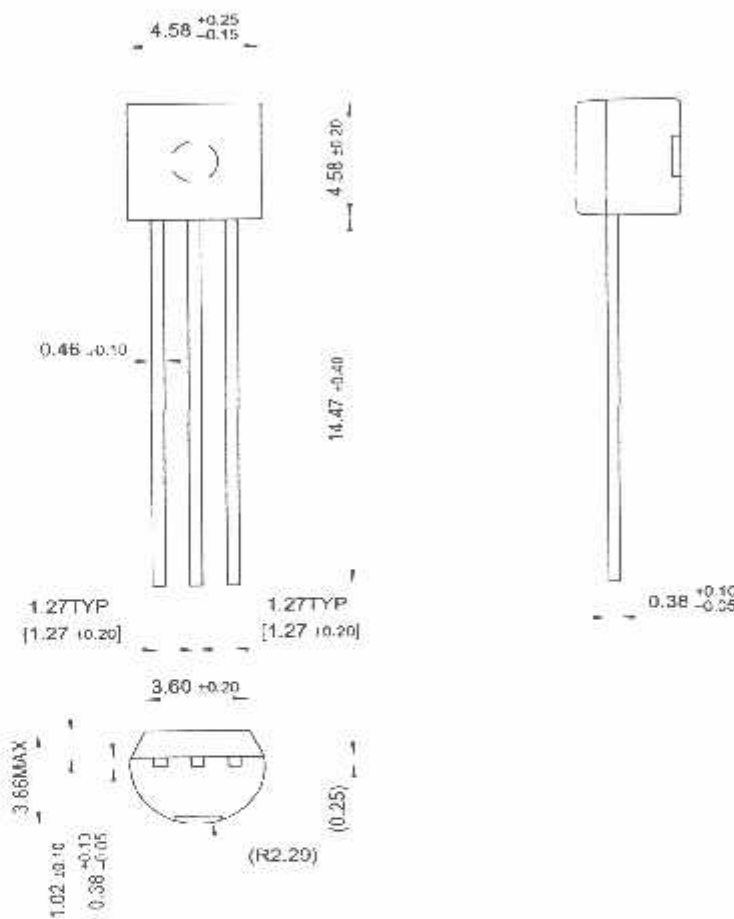


Figure 6. Current Gain Bandwidth Product

Package Dimensions

TO-92



Dimensions in Millimeters

TRADEMARKS

The following are registered and unregistered trademarks Fairchild Semiconductor owns or is authorized to use and is not intended to be an exhaustive list of all such trademarks.

ACE [™]	FACT [™]	ImpliedDisconnect [™]	PACMAN [™]	SPM [™]
ActiveArray [™]	FACT Quiet series [™]	ISOPANAR [™]	POP [™]	Stealth [™]
Bottomless [™]	FAST [®]	LittleFET [™]	Power247 [™]	SuperSOT [™] -3
CoolFET [™]	FAST [™]	MicroFET [™]	PowerTrench [®]	SuperSOT [™] -6
CROSSVOL [™]	FRFET [™]	MicroPak [™]	QFET [™]	SuperSOT [™] -8
DOVE [™]	GlobalOptoisolator [™]	MICROWIRE [™]	QS [™]	SyncFET [™]
EcoSPARK [™]	GTO [™]	MSX [™]	QT Optoelectronics [™]	TinyLogic [™]
E ² CMOS [™]	HiSeC [™]	MSXPro [™]	Quiet Series [™]	TruTranslation [™]
EnSigna [™]	I ² C [™]	OCX [™]	RapidConfigure [™]	UHC [™]
Across the board. Around the world. [™]		OCXPro [™]	RapidConnect [™]	UltraFET [®]
The Power Franchise [™]		OPTOLOGIC [®]	SILENT SWITCHER [®]	VCX [™]
Programmable Active Droop [™]		OPTOPLANAR [™]	SMART START [™]	

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION.

As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, or (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in significant injury to the user.

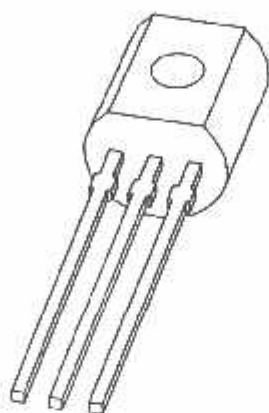
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

PRODUCT STATUS DEFINITIONS

Definition of Terms

Datasheet Identification	Product Status	Definition
Advance Information	Formative or In Design	This datasheet contains the design specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary	First Production	This datasheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
No Identification Needed	Full Production	This datasheet contains final specifications. Fairchild Semiconductor reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design.
Obsolete	Not In Production	This datasheet contains specifications on a product that has been discontinued by Fairchild semiconductor. The datasheet is printed for reference information only.

DATA SHEET



BC546; BC547 NPN general purpose transistors

Product specification
Supersedes data of 1997 Mar 04

1999 Apr 15

NPN general purpose transistors

BC546; BC547

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

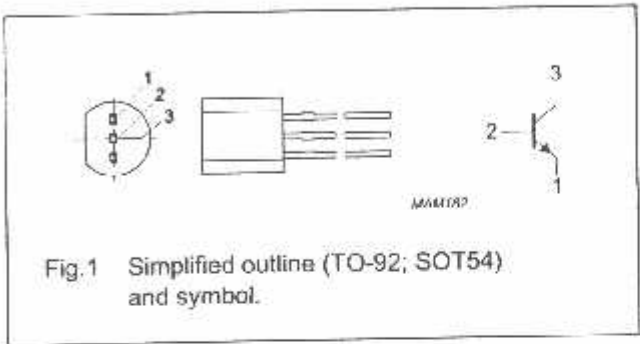
- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

- NPN transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
- Complements: BC556 and BC557.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



RATING VALUES

in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CE}	collector-base voltage	open emitter	—	80	V
	BC546		—	50	V
V _{CE}	collector-emitter voltage	open base	—	65	V
	BC547		—	45	V
V _{BE}	emitter-base voltage	open collector	—	6	V
	BC547		—	6	V
I _C	collector current (DC)			100	mA
I _{CM}	peak collector current			200	mA
I _B	peak base current			200	mA
P _T	total power dissipation	T _{amb} ≤ 25 °C; note 1		500	mW
T _{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T _j	junction temperature		—	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

PN general purpose transistors

BC546; BC547

Thermal characteristics

Symbol	Parameter	Conditions	Value	Unit
θ_{JA}	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.25	K/mW

transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

Electrical characteristics

25 °C unless otherwise specified.

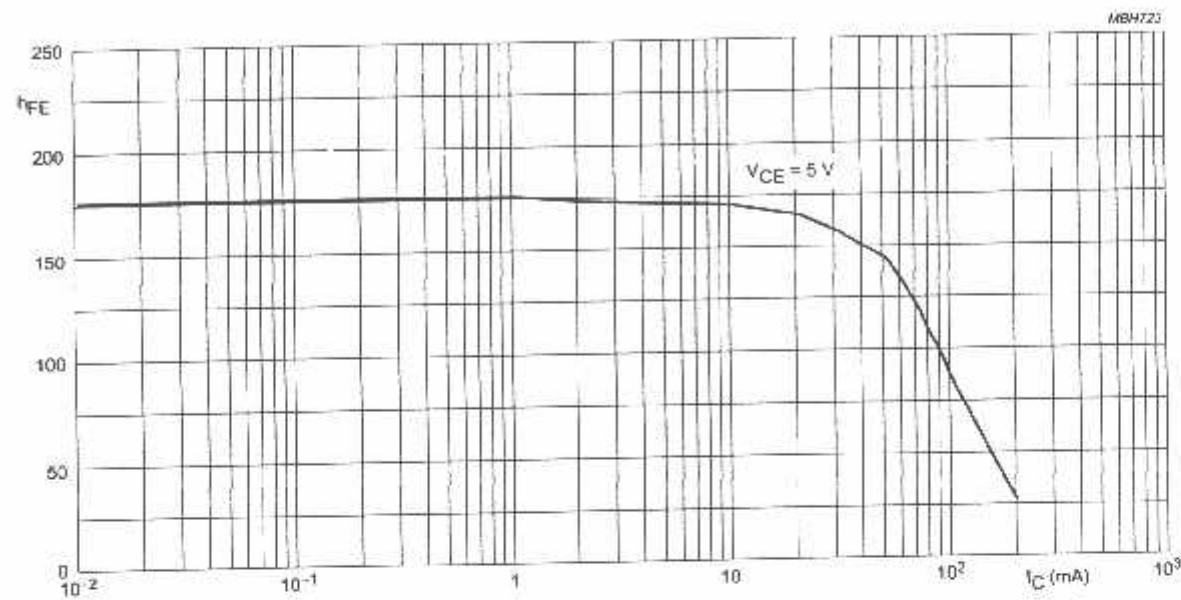
Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 30\text{ V}; T_J = 150\text{ °C}$	–	–	5	µA
	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	100	nA
	DC current gain	$I_C = 10\text{ µA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	–	90	–	
	BC546A		–	150	–	
	BC546B; BC547B		–	270	–	
	BC547C		–			
	DC current gain	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	110	180	220	
	BC546A		200	290	450	
	BC546B; BC547B		420	520	800	
	BC547C		110	–	800	
	BC547		110	–	450	
	BC546					
sat	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
sat	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA};$ note 1		700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA};$ note 1	–	900	–	mV
	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ note 2	580	660	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	–	770	mV
	collector capacitance	$I_E = I_B = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	1.5	–	pF
	emitter capacitance	$I_C = I_B = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	11	–	pF
	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
	noise figure	$I_C = 200\text{ µA}; V_{CE} = 5\text{ V};$ $R_S = 2\text{ k}\Omega; f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	2	10	dB

$V_{BE(sat)}$ decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.

V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

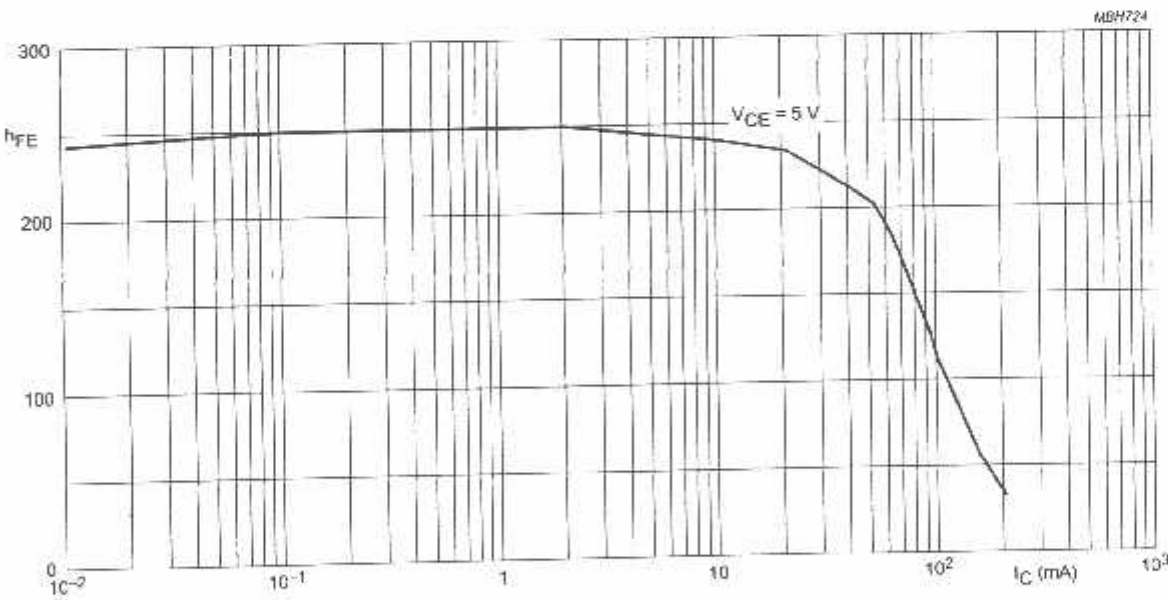
NPN general purpose transistors

BC546; BC547



BC546A.

Fig.2 DC current gain; typical values.

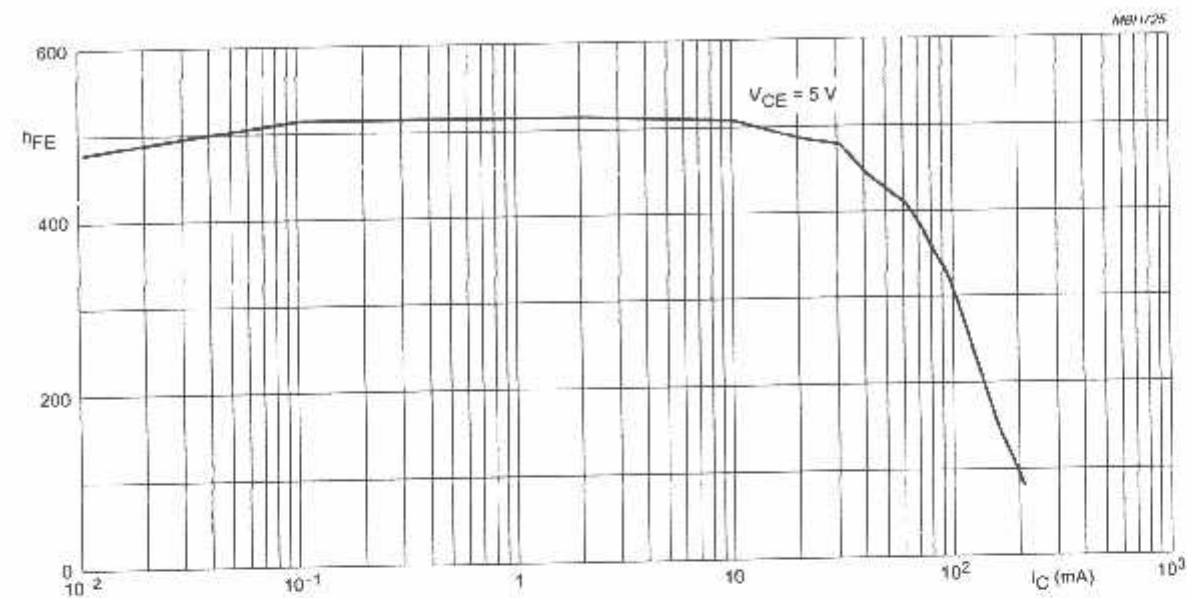


BC546B; BC547B.

Fig.3 DC current gain; typical values.

NPN general purpose transistors

BC546; BC547



BC547C.

Fig.4 DC current gain; typical values.

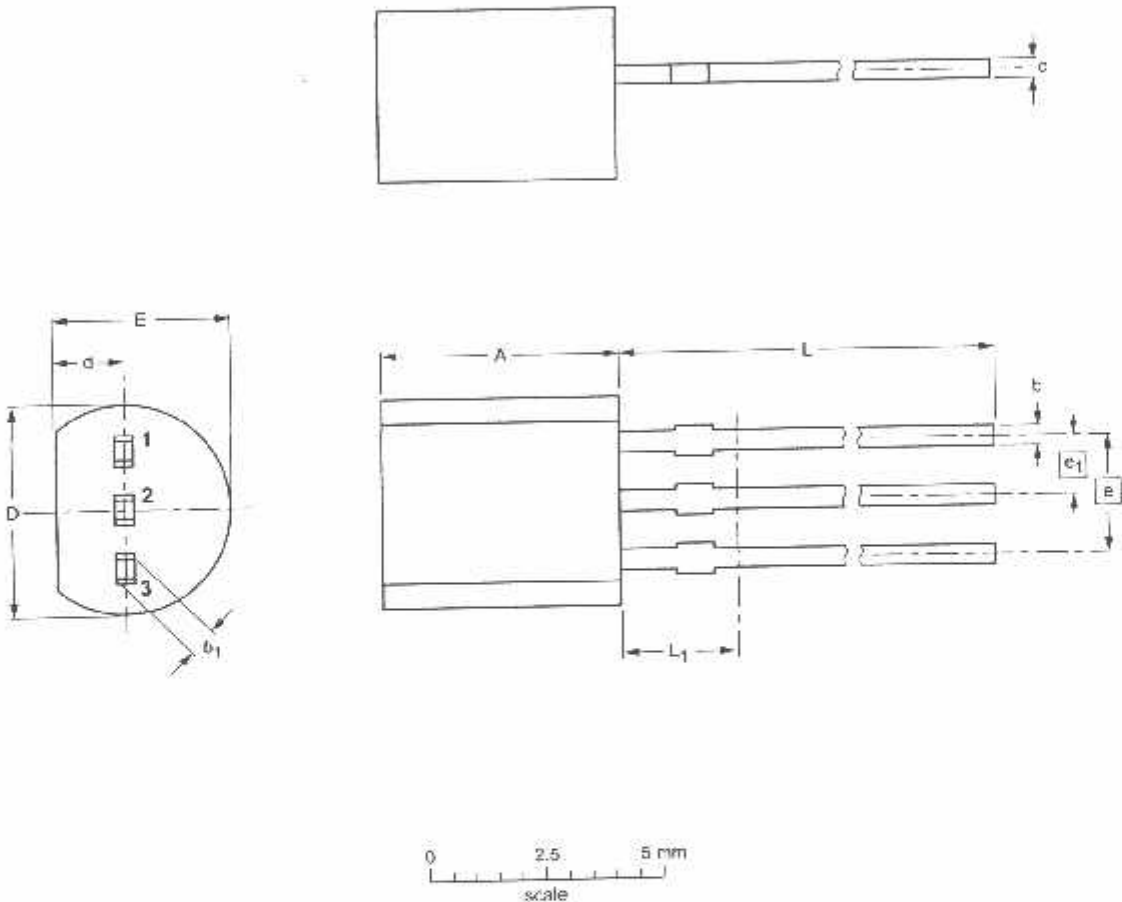
PN general purpose transistors

BC546; BC547

KAGE OUTLINE

stic single-ended leaded (through hole) package; 3 leads

SOT54



ENSIONS (mm are the original dimensions)

NIT	A	b	b ₁	c	D	d	E	e	e ₁	L	L ₁ ⁽¹⁾
mm	5.2 5.0	0.48 0.40	0.66 0.56	0.45 0.40	4.8 4.4	1.7 1.4	4.2 3.6	2.54	1.27	14.5 12.7	2.5

terminal dimensions within this zone are uncontrolled to allow for flow of plastic and terminal irregularities.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT54		TO-92	SC-43			97-02-28

PN general purpose transistors

BC546; BC547

NOTATIONS

Data Sheet Status

Target specification	This data sheet contains target or goal specifications for product development.
Preliminary specification	This data sheet contains preliminary data; supplementary data may be published later.
Product specification	This data sheet contains final product specifications.

Limiting values

Limiting values given are in accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134). Stress above one or more of the limiting values may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and operation of the device at these or at any other conditions above those given in the Characteristics sections of the specification is not implied. Exposure to limiting values for extended periods may affect device reliability.

Application information

Where application information is given, it is advisory and does not form part of the specification.

SUPPORT APPLICATIONS

These products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of these products can reasonably be expected to result in personal injury. Philips customers using or selling these products for such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips for any damages resulting from such use or sale.

Philips Semiconductors – a worldwide company

Argentina: see South America

Australia: 34 Waterloo Road, NORTH RYDE, NSW 2113,
Tel. +61 2 9805 4455, Fax. +61 2 9805 4466

Austria: Computerstr. 6, A-1101 WIEN, P.O. Box 213,
Tel. +43 1 60 101 1248, Fax. +43 1 60 101 1210

Belarus: Hotel Minsk Business Center, Bld. 3, r. 1211, Volodarski Str. 5,
220050 MINSK, Tel. +375 172 20 0733, Fax. +375 172 20 0773

Belgium: see The Netherlands

Brazil: see South America

Bulgaria: Philips Bulgaria Ltd., Energoprojekt, 15th floor,
51 James Bourchier Blvd., 1407 SOFIA,
Tel. +359 2 63 9211, Fax. +359 2 68 9102

Canada: PHILIPS SEMICONDUCTORS/COMPONENTS,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

China/Hong Kong: 501 Hong Kong Industrial Technology Centre,
72 Tat Chee Avenue, Kowloon Tong, HONG KONG,
Tel. +852 2319 7888, Fax. +852 2319 7700

Colombia: see South America

Czech Republic: see Austria

Denmark: Sydhavnsgade 23, 1780 COPENHAGEN V,
Tel. +45 33 29 3333, Fax. +45 33 29 3905

Finland: Sinikalliontie 3, FIN-02630 ESPOO,
Tel. +358 9 615 800, Fax. +358 9 6158 0920

France: 51 Rue Carnot, BP317, 92156 SURESNES Cedex,
Tel. +33 1 4099 5161, Fax. +33 1 4099 6427

Germany: Hammerbrookstraße 89, D-20097 HAMBURG,
Tel. +49 40 2353 60, Fax. +49 40 2353 6300

Hungary: see Austria

India: Philips INDIA Ltd, Band Box Building, 2nd floor,
254-D, Dr. Annie Besant Road, Worli, MUMBAI 400 025,
Tel. +91 22 493 8541, Fax. +91 22 493 0966

Indonesia: PT Philips Development Corporation, Semiconductors Division,
Gedung Philips, Jl. Burcit Raya Kav.99-100, JAKARTA 12510,
Tel. +62 21 794 0040 ext. 2501, Fax. +62 21 794 0080

Ireland: Newstead, Clonskeagh, DUBLIN 14,
Tel. +353 1 7640 000, Fax. +353 1 7640 200

Israel: RAPAC Electronics, 7 Kehilat Saloniki St, PO Box 18053,
TEL AVIV 61160, Tel. +972 3 645 0444, Fax. +972 3 649 1007

Italy: PHILIPS SEMICONDUCTORS, Piazza IV Novembre 3,
20124 MILANO, Tel. +39 2 6752 2531, Fax. +39 2 6752 2557

Japan: Philips Bldg 13-37, Kohnan 2-chome, Minato-ku,
TOKYO 108-8507, Tel. +81 3 3740 6130, Fax. +81 3 3740 5077

Korea: Philips House, 260-199 Itaewon-dong, Yongsan-ku, SEOUL,
Tel. +82 2 709 1412, Fax. +82 2 709 1415

Malaysia: No. 76 Jalan Universiti, 46200 PETALING JAYA, SELANGOR,
Tel. +60 3 750 5214, Fax. +60 3 757 4880

Mexico: 5900 Gateway East, Suite 200, EL PASO, TEXAS 79905,
Tel. +9-5 800 234 7381, Fax. +9-5 800 943 0087

Middle East: see Italy

Netherlands: Postbus 90050, 5600 PB EINDHOVEN, Bldg. VB,
Tel. +31 40 27 82785, Fax. +31 40 27 88399

New Zealand: 2 Wagener Place, C.P.O. Box 1041, AUCKLAND,
Tel. +64 9 849 4160, Fax. +64 9 849 7811

Norway: Box 1, Manglerud 0612, OSLO,
Tel. +47 22 74 8000, Fax. +47 22 74 8341

Pakistan: see Singapore

Philippines: Philips Semiconductors Philippines Inc.,
106 Valero St. Salcedo Village, P.O. Box 2108 MCC, MAKATI,
Metro MANILA, Tel. +63 2 816 6380, Fax. +63 2 817 3474

Poland: Ul. Lukiska 10, PL 04-123 WARSZAWA,
Tel. +48 22 612 2831, Fax. +48 22 612 2327

Portugal: see Spain

Romania: see Italy

Russia: Philips Russia, Ul. Usatcheva 35A, 119048 MOSCOW,
Tel. +7 095 755 6918, Fax. +7 095 755 6919

Singapore: Lorong 1, Toa Payoh, SINGAPORE 319762,
Tel. +65 350 2538, Fax. +65 251 6500

Slovakia: see Austria

Slovenia: see Italy

South Africa: S.A. PHILIPS Pty Ltd., 195-215 Main Road Martindale,
2092 JOHANNESBURG, P.O. Box 7430 Johannesburg 2000,
Tel. +27 11 470 5911, Fax. +27 11 470 5494

South America: Al. Vicente Pinzon, 173, 6th floor,
04547-130 SÃO PAULO, SP, Brazil,
Tel. +55 11 821 2333, Fax. +55 11 821 2382

Spain: Balmes 22, 08007 BARCELONA,
Tel. +34 93 301 8312, Fax. +34 93 301 4107

Sweden: Kottbygatan 7, Akalla, S-16485 STOCKHOLM,
Tel. +46 8 5985 2000, Fax. +46 8 5985 2745

Switzerland: Allmendstrasse 140, CH-8027 ZÜRICH,
Tel. +41 1 488 2741 Fax. +41 1 488 3263

Taiwan: Philips Semiconductors, 6F, No. 96, Chien Kuo N. Rd., Sec. 1,
TAIPEI, Taiwan Tel. +886 2 2134 2886, Fax. +886 2 2134 2874

Thailand: PHILIPS ELECTRONICS (THAILAND) Ltd.,
209/2 Sampavuth-Bangna Road Prakanong, BANGKOK 10260,
Tel. +66 2 745 4090, Fax. +66 2 398 0793

Turkey: Talalpasa Cad. No. 5, 80640 GÜLTEPE/İSTANBUL,
Tel. +90 212 279 2770, Fax. +90 212 282 6707

Ukraine: PHILIPS UKRAINE, 4 Patrice Lumumba str., Building B, Floor 7,
252042 KIEV, Tel. +380 44 264 2776, Fax. +380 44 268 0461

United Kingdom: Philips Semiconductors Ltd., 276 Bath Road, Hayes,
MIDDLESEX UB3 5BX, Tel. +44 181 730 5000, Fax. +44 181 754 8421

United States: 811 East Arques Avenue, SUNNYVALE, CA 94088-3409,
Tel. +1 800 234 7381, Fax. +1 800 943 0087

Uruguay: see South America

Vietnam: see Singapore

Yugoslavia: PHILIPS, Trg N. Pasica 5/v, 11000 BEOGRAD,
Tel. +381 11 62 5344, Fax. +381 11 63 5777

For all other countries apply to: Philips Semiconductors,
International Marketing & Sales Communications, Building BE-4, P.O. Box 218,
5600 MD EINDHOVEN, The Netherlands, Fax. +31 40 27 24825

Internet: <http://www.semiconductors.philips.com>

© Philips Electronics N.V. 1999

SCA63

All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.

The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.

Printed in The Netherlands

1150021003/ipp3

Date of release: 1999 Apr 15

Document order number: 9397 750 05677

Let's make things better.

**Philips
Semiconductors**



PHILIPS

A	E.C.N. #10247.	9.30.96
B	E.C.N. #10BRDR.	1.7.98
C	E.C.N. #10BRDR. & REDRAWN IN 3D.	12.31.02

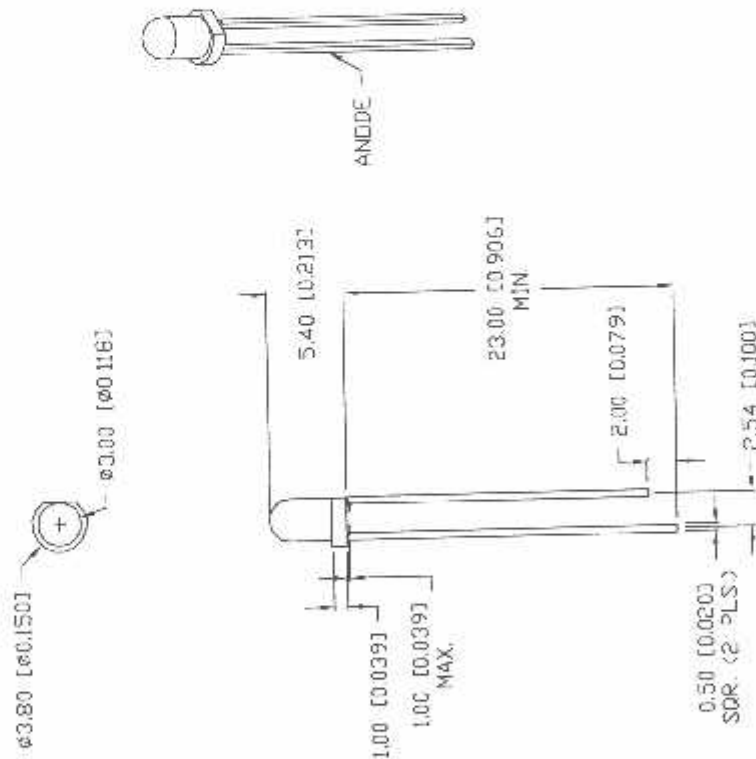
ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS $T_A=25^{\circ}\text{C}$ $I_F=20\text{mA}$

PARAMETER	MIN	TYP	MAX	UNITS	TEST COND
PEAK WAVELENGTH		940		nm	
SPECTRAL BANDWIDTH		45		nm	
FORWARD VOLTAGE		1.4	1.5	V _F	
REVERSE VOLTAGE			5.0	V _R	$I_F=10\mu\text{A}$
RADIANT INTENSITY*	25	50		mW/SR	$I_F=10\text{mA}$
HALF ANGLE		± 20		degrees	
EPoxy LENS FINISH:	WATER CLEAR				

LIMITS OF SAFE OPERATION AT 25°C:

PARAMETER	MAX	UNITS
PEAK FORWARD CURRENT*	1	A
STEADY CURRENT	100	mA
POWER DISSIPATION	150	mW
DERATE FROM 25°C	-1.6	mW/°C
OPERATING TEMP.	-25 TO +85	°C
STORAGE TEMP.	-25 TO +100	°C
SOLDERING TEMP.	+250	°C
2.0mm FROM BODY	3 SEC. MAX	

* $I_P < 77\mu\text{S}$, $I_P/T = 7.7$



UNCONTROLLED DOCUMENT

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED TOLERANCES PER ASME: DECISION: ARE: X=±1 [±0.039], X.X=±0.5 [±0.039], X.XX=±0.25 [±0.010], X.XXX=±0.127 [±0.005], LEO SIZE=±0.05 [±0.002], LEAD LENGTH=±0.15 [±0.008], MAX=±0.005 [±0.000]

290 E. HELEN ROAD
PALATINE, IL 60067-6976
PHONE: +1.847.359.2790
US WEB: www.lumex.com
TW WEB: www.lumex.com.tw



DRAWN BY:	CHECKED BY:	APPROVED BY:	DATE:
BC			4.21.93
			PAGE: 1 OF 1
			SCALE: N/A

THE INFORMATION CONTAINED IN THIS DOCUMENT IS THE PROPERTY OF LUMEX INC. EXCEPT AS SPECIFICALLY AUTHORIZED IN WRITING BY LUMEX INC., THE HOLDER OF THIS DOCUMENT SHALL KEEP ALL INFORMATION CONTAINED HEREIN CONFIDENTIAL AND SHALL PROTECT SAME IN WHOLE OR IN PART FROM DISCLOSURE AND DEREPUTATION TO ALL THIRD PARTIES.

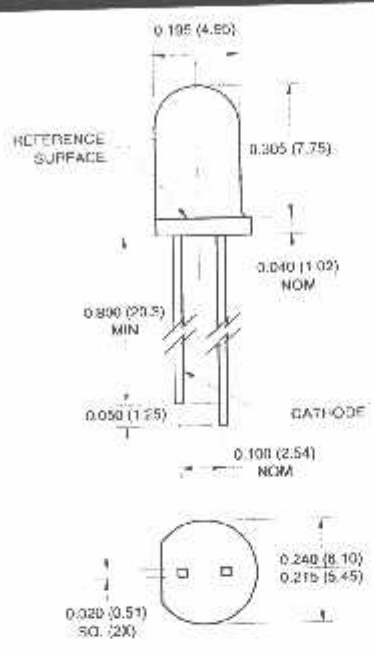
RELIABILITY NOTE
OUR MANY YEARS OF EXPERIENCE HAVE ACCUMULATED EVIDENCE THAT SOLDER HEAT IS A MAJOR CAUSE OF EARLY AND TYPICAL FAILURE. PLEASE PAY ATTENTION TO YOUR SOLDERING PROCESS.

REV.	PART NUMBER	T-3mm, 940nm INFRARED EMITTER, WATER CLEAR LENS.
C	OED-EL-81	

QED233

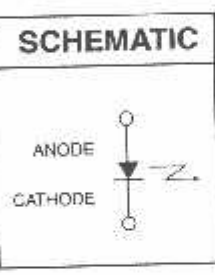
QED234

PACKAGE DIMENSIONS



TES:

Dimensions for all drawings are in inches (mm).
Tolerance of $\pm .010$ (.25) on all non-nominal dimensions
unless otherwise specified.



DESCRIPTION

QED233 / QED234 is a 940 nm GaAs / AlGaAs LED encapsulated in a clear untinted, plastic T-1 3/4 package.

FEATURES

- 940 nm
- p material = GaAs with AlGaAs window
- Package type: T-1 3/4 (5mm lens diameter)
- Standard Photosensor: QSD122/123/124
- Beam Emission Angle, 40°
- High Output Power
- Package material and color: Clear, untinted, plastic
- Ideal for remote control applications

QED233

QED234

TYPICAL PERFORMANCE CURVES TBD

Fig. 1 Normalized Radiant Intensity vs. Forward Current

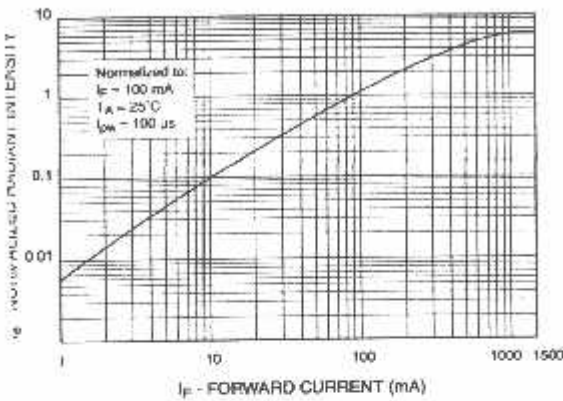


Fig. 2 Forward Voltage Vs. Ambient Temperature

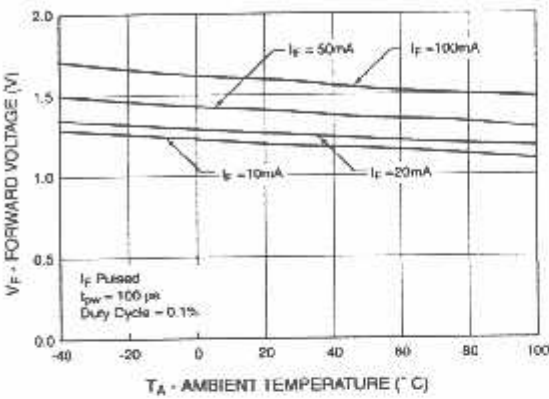


Fig. 3 Normalized Radiant Intensity vs. Wavelength

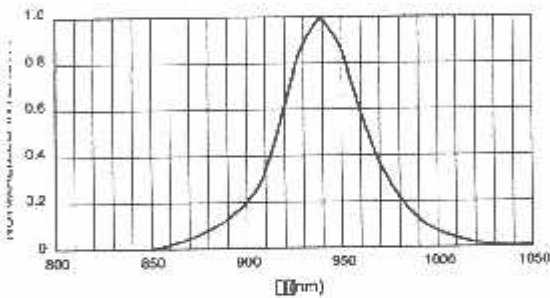


Fig. 4 Radiation Diagram

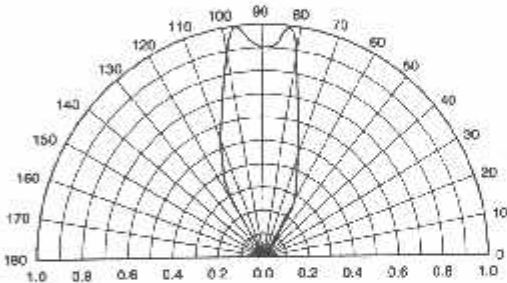
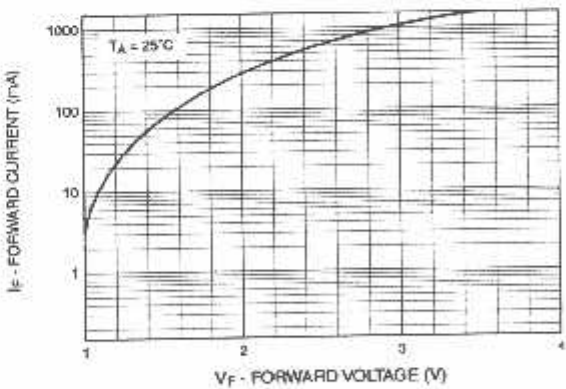


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage



QED233

QED234

DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE IN ANY OF ITS PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

1. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

DM74LS138 • DM74LS139 Decoder/Demultiplexer

General Description

These Schottky-clamped circuits are designed to be used in high-performance memory-decoding or data-routing applications, requiring very short propagation delay times. In high-performance memory systems these decoders can be used to minimize the effects of system decoding. When used with high-speed memories, the delay times of these decoders are usually less than the typical access time of the memory. This means that the effective system delay introduced by the decoder is negligible.

The DM74LS138 decodes one-of-eight lines, based upon the conditions at the three binary select inputs and the three enable inputs. Two active-low and one active-high enable inputs reduce the need for external gates or inverters when expanding. A 24-line decoder can be implemented with no external inverters, and a 32-line decoder requires only one inverter. An enable input can be used as a data input for demultiplexing applications.

The DM74LS139 comprises two separate two-line-to-four-line decoders in a single package. The active-low enable input can be used as a data line in demultiplexing applications.

All of these decoders/demultiplexers feature fully buffered inputs, presenting only one normalized load to its driving circuit. All inputs are clamped with high-performance Schottky diodes to suppress line-ringing and simplify system design.

Features

- Designed specifically for high speed:
 - Memory decoders
 - Data transmission systems
- DM74LS138 3-to-8-line decoders incorporates 3 enable inputs to simplify cascading and/or data reception
- DM74LS139 contains two fully independent 2-to-4-line decoders/demultiplexers
- Schottky clamped for high performance
- Typical propagation delay (3 levels of logic)

DM74LS138	21 ns
DM74LS139	21 ns
- Typical power dissipation

DM74LS138	32 mW
DM74LS139	34 mW

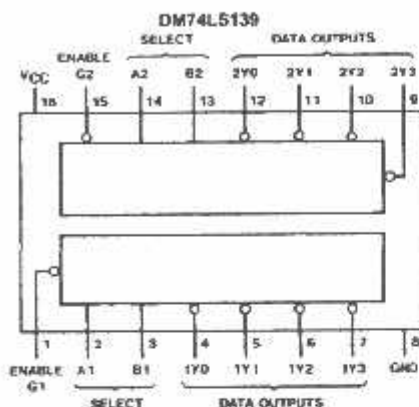
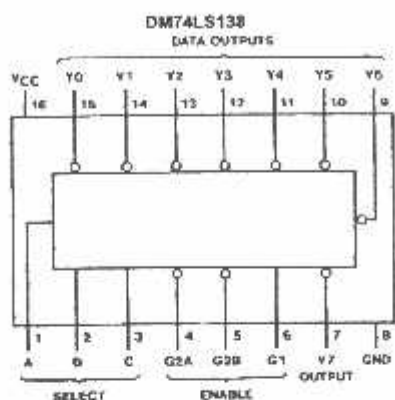
Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS138M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS138SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS138N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide
DM74LS139M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS139SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
DM74LS139N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "C" to the ordering code.

DM74LS138 • DM74LS139 Decoder/Demultiplexer

Connection Diagrams



Function Tables

DM741 S138

[illegible]

DM74LS138

Inputs			Outputs			
Enable	Select					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X	H	H	H	H
L	L	L	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H
L	H	L	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	L

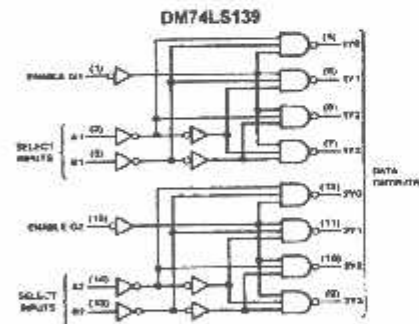
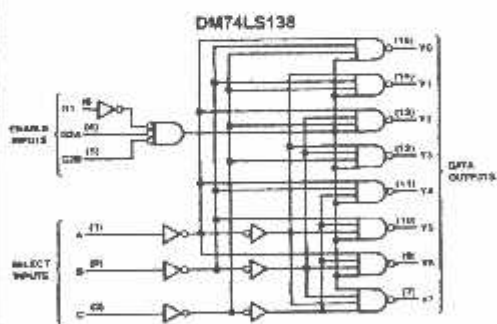
HIGH Level

L = LOW Level

X = Don't Care

Model 1: $G2 = G2A + C2B$

Logic Diagrams



Absolute Maximum Ratings(Note 2)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 2: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

DM74LS138 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

DM74LS138 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 3)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_I = -18 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OH} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}, I_{OL} = \text{Max}, V_{IL} = \text{Max}, V_{IH} = \text{Min}$		0.35	0.5	V
		$I_{OL} = 4 \text{ mA}, V_{CC} = \text{Min}$		0.25	0.4	
I_I	Input Current (g) Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 7V$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 2.7V$			20	μA
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}, V_I = 0.4V$			-0.36	mA
I_{CS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 4)	-20		-100	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 5)		6.3	10	mA

Note 3: All typicals are at $V_{CC} = 5V, T_A = 25^\circ\text{C}$.

Note 4: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 5: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

DM74LS138 Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5V$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$

Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	Levels of Delay	$R_L = 2\text{ k}\Omega$				Units
				$C_L = 15\text{ pF}$		$C_L = 50\text{ pF}$		
				Min	Max	Min	Max	
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	2		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output	3		27		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	2		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	2		24		40	ns
t_{PLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output	3		18		27	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output	3		28		40	ns

DM74LS139 Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V_{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V_{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I_{OH}	HIGH Level Output Current			-0.4	mA
I_{OL}	LOW Level Output Current			8	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	0		70	$^{\circ}$ C

DM74LS139 Electrical Characteristics

over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 6)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_I = -15 \text{ mA}$			-1.5	V
V_{OH}	HIGH Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OH} = \text{Max}$ $V_{IL} = \text{Max}$, $V_{A1} = \text{Min}$	2.7	3.4		V
V_{OL}	LOW Level Output Voltage	$V_{CC} = \text{Min}$, $I_{OL} = \text{Max}$ $V_{IH} = \text{Max}$, $V_{A1} = \text{Min}$ $I_{OL} = 4 \text{ mA}$, $V_{CC} = \text{Min}$		0.35 0.25	0.5 0.4	V
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 7 \text{ V}$			0.1	mA
I_{IH}	HIGH Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 2.7 \text{ V}$			20	μ A
I_{IL}	LOW Level Input Current	$V_{CC} = \text{Max}$, $V_I = 0.4 \text{ V}$			-0.36	mA
I_{OS}	Short Circuit Output Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 7)	-20		-100	mA
I_{CC}	Supply Current	$V_{CC} = \text{Max}$ (Note 8)		8.8	11	mA

Note 6: All typicals are at $V_{CC} = 5 \text{ V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

Note 7: Not more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Note 8: I_{CC} is measured with all outputs enabled and OPEN.

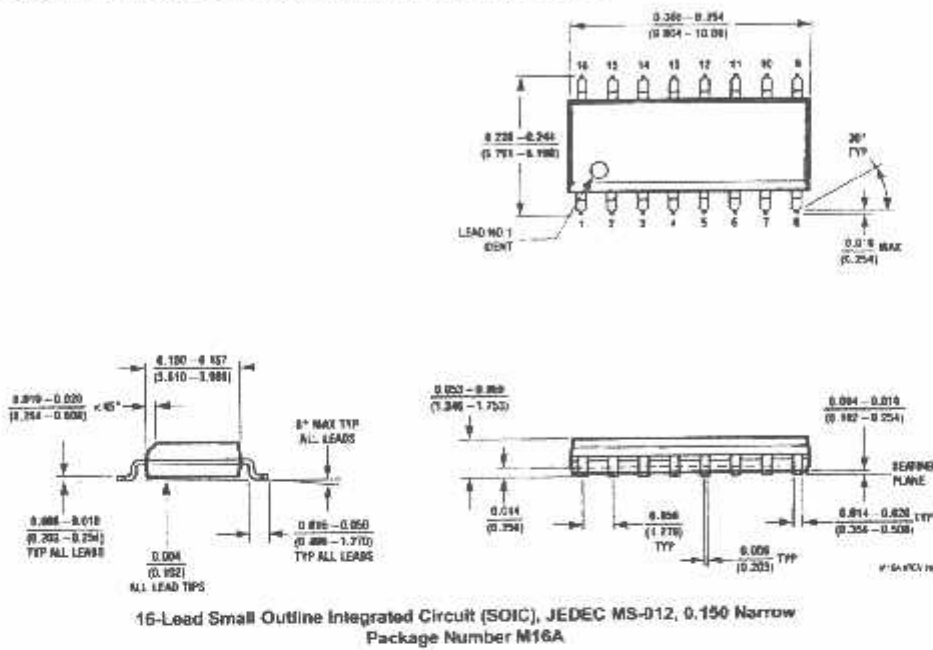
DM74LS139 Switching Characteristics

at $V_{CC} = 5 \text{ V}$ and $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

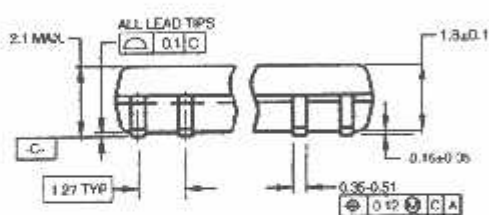
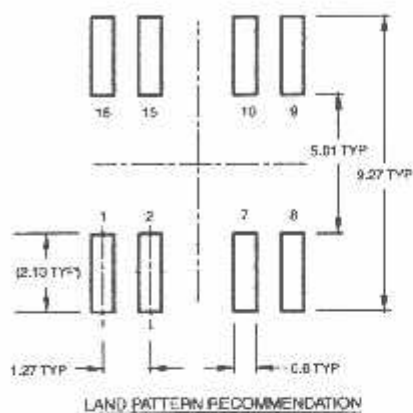
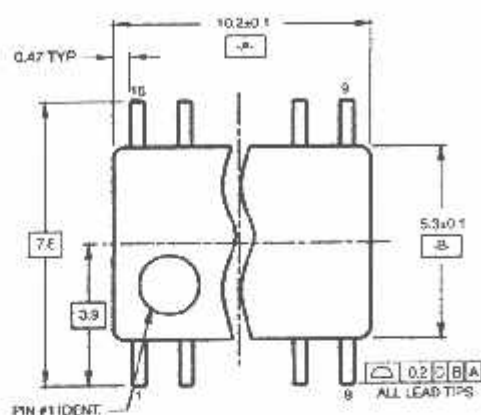
Symbol	Parameter	From (Input) To (Output)	$R_L = 2\text{ k}\Omega$				Units
			$C_L = 15\text{ pF}$		$C_L = 50\text{ pF}$		
			Min	Max	Min	Max	
t_{pLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Select to Output		18		27	ns
t_{pHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Select to Output		27		40	ns
t_{pLH}	Propagation Delay Time LOW-to-HIGH Level Output	Enable to Output		18		27	ns
t_{pHL}	Propagation Delay Time HIGH-to-LOW Level Output	Enable to Output		24		40	ns

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

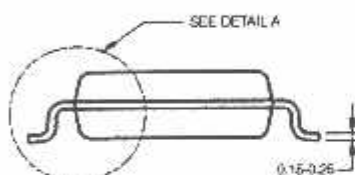
DM74LS138 • DM74LS139



Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



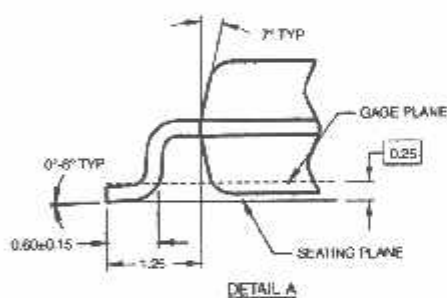
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS



NOTES

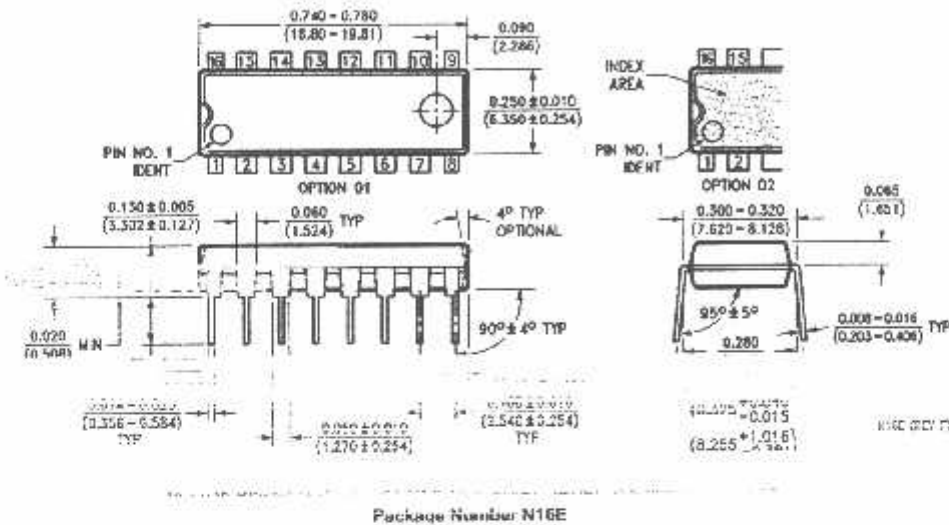
- CONFORMS TO EIAJ EDR-7320 REGISTRATION, ESTABLISHED IN DECEMBER, 1988.
- DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
- DIMENSIONS ARE EXCLUSIVE OF BURRS, MOLD FLASH, AND TIE BAR EXTRUSIONS.

M16DRevB1



16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
Package Number M16D

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems
2. A critical component in any component of a life support

DM74LS47

BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

General Description

The DM74LS47 accepts four lines of BCD (8421) input data, generates their complements internally and decodes the data with seven AND/OR gates having open-collector outputs to drive indicator segments directly. Each segment output is guaranteed to sink 24 mA in the ON (LOW) state and withstand 15V in the OFF (HIGH) state with a maximum leakage current of 250 μ A. Auxiliary inputs provided blanking, lamp test and cascadable zero-suppression functions.

Features

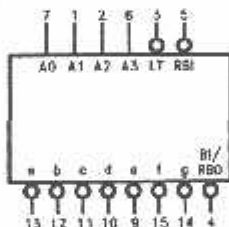
- Open-collector outputs
- Drive indicator segments directly
- Cascadable zero-suppression capability
- Lamp test input

Ordering Code:

Order Number	Package Number	Package Description
DM74LS47M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
DM74LS47N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300 Wide

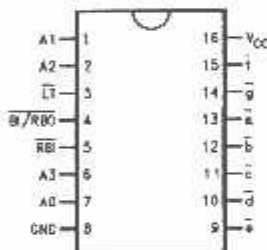
Devices also available in Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

Logic Symbol



V_{CC} = Pin 16
GND = Pin 8

Connection Diagram



Pin Descriptions

Pin Names	Description
A0-A3	BCD Inputs
RBI	Ripple Blanking Input (Active LOW)
LT	Lamp Test Input (Active LOW)
BI/RBO	Blanking Input (Active LOW) or Ripple Blanking Output (Active LOW)
a-g	Segment Outputs (Active LOW) (Note 1)

Note 1: OC—Open Collector

DM74LS47 BCD to 7-Segment Decoder/Driver with Open-Collector Outputs

Truth Table

Decimal or Function	Inputs							Outputs							Note
	LT	RBI	A3	A2	A1	A0	BI/RBO	a	b	c	d	e	f	g	
0	H	H	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	H	(Note 2)
1	H	X	L	L	L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	(Note 2)
2	H	X	L	L	H	L	H	L	L	H	L	L	H	L	
3	H	X	L	L	H	H	H	L	L	L	L	H	H	L	
4	H	X	L	H	L	L	H	H	L	L	H	H	L	L	
5	H	X	L	H	L	H	H	L	H	L	L	H	L	L	
6	H	X	L	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	
7	H	X	L	H	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	
8	H	X	H	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	
9	H	X	H	L	L	H	H	L	L	L	H	H	L	L	
10	H	X	H	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	L	
11	H	X	H	L	H	H	H	H	H	L	L	H	H	L	
12	H	X	H	H	L	L	H	H	L	H	H	H	L	L	
13	H	X	H	H	L	H	H	L	H	H	L	H	L	L	
14	H	X	H	H	H	L	H	H	H	H	L	L	L	L	
15	H	X	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	
$\overline{\text{BI}}$	X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 3)
$\overline{\text{RBI}}$	H	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	(Note 4)
$\overline{\text{LT}}$	L	X	X	X	X	X	H	L	L	L	L	L	L	L	(Note 5)

Note 2: BI/RBO is wire-AND logic serving as blanking input ($\overline{\text{BI}}$) and/or ripple-blanking output ($\overline{\text{RBO}}$). The blanking out ($\overline{\text{BI}}$) must be open or held at a HIGH level when output functions 0 through 15 are desired, and ripple-blanking input ($\overline{\text{RBI}}$) must be open or at a HIGH level if blanking or a decimal 0 is not desired. X = input may be HIGH or LOW.

Note 3: When a LOW level is applied to the blanking input (forced condition) all segment outputs go to a HIGH level regardless of the state of any other input condition.

Note 4: When ripple-blanking input ($\overline{\text{RBI}}$) and inputs A0, A1, A2 and A3 are LOW level, with the lamp test input at HIGH level, all segment outputs go to a HIGH level and the ripple-blanking output ($\overline{\text{RBO}}$) goes to a LOW level (response condition).

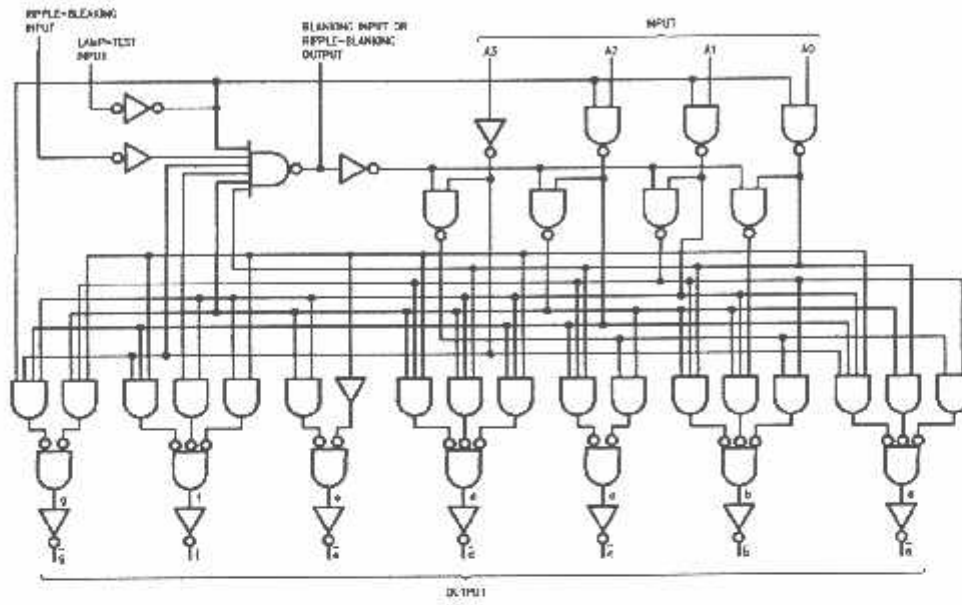
Note 5: When the blanking input/ripple-blanking output ($\overline{\text{BI/RBO}}$) is OPEN or held at a HIGH level, and a LOW level is applied to lamp test input, all segment outputs go to a LOW level.

Functional Description

The DM74LS47 decodes the input data in the pattern indicated in the Truth Table and the segment identification illustration. If the input data is decimal zero, a LOW signal applied to the $\overline{\text{RBI}}$ blanks the display and causes a multi-digit display. For example, by grounding the $\overline{\text{RBI}}$ of the highest order decoder and connecting its $\overline{\text{BI/RBO}}$ to $\overline{\text{RBI}}$ of the next lowest order decoder, etc., leading zeros will be suppressed. Similarly, by grounding $\overline{\text{RBI}}$ of the lowest order decoder and connecting its $\overline{\text{BI/RBO}}$ to $\overline{\text{RBI}}$ of the next highest order decoder, etc., trailing zeros will be suppressed. Leading and trailing zeros can be suppressed simultaneously by using external gates, i.e.: by driving $\overline{\text{RBI}}$ of a

intermediate decoder from an OR gate whose inputs are $\overline{\text{BI/RBO}}$ of the next highest and lowest order decoders. $\overline{\text{BI/RBO}}$ also serves as an unconditional blanking input. The internal NAND gate that generates the $\overline{\text{RBO}}$ signal has a resistive pull-up, as opposed to a totem pole, and thus $\overline{\text{BI/RBO}}$ can be forced LOW by external means, using wired-collector logic. A LOW signal thus applied to $\overline{\text{BI/RBO}}$ turns off all segment outputs. This blanking feature can be used to control display intensity by varying the duty cycle of the blanking signal. A LOW signal applied to $\overline{\text{LT}}$ turns on all segment outputs, provided that $\overline{\text{BI/RBO}}$ is not forced LOW.

Logic Diagram



Numerical Designations—Resultant Displays

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	a	b	c	d	e	f

Absolute Maximum Ratings (Note 6)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	7V
Operating Free Air Temperature Range	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Note 6: The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parameter values defined in the Electrical Characteristics tables are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	Min	Nom	Max	Units
V _{CC}	Supply Voltage	4.75	5	5.25	V
V _{IH}	HIGH Level Input Voltage	2			V
V _{IL}	LOW Level Input Voltage			0.8	V
I _{OH}	HIGH Level Output Current a - g @ 15V = V _{OH} (Note 7)			-250	μA
I _{OHT}	HIGH Level Output Current BI / RBO			-50	μA
I _{OL}	LOW Level Output Current			24	mA
T _A	Free Air Operating Temperature	0		70	°C

Note 7: OFF-State at a - g.

Electrical Characteristics

Over recommended operating free air temperature range (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 8)	Max	Units
V _I	Input Clamp Voltage	V _{CC} = Min, I _I = -18 mA			-1.5	V
V _{OH}	HIGH Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OH} = Max, V _{IL} = Max, BI / RBO	2.7	3.4		V
I _{OFF}	Output HIGH Current Segment Outputs	V _{CC} = 5.5V, V _O = 15V a - g			250	μA
V _{OL}	LOW Level Output Voltage	V _{CC} = Min, I _{OL} = Max, V _{IH} = Min, a - g		0.35	0.5	V
		I _{OL} = 3.2 mA, BI / RBO			0.5	
		I _{OL} = 12 mA, a - g		0.25	0.4	
		I _{OL} = 1.6 mA, BI / RBO			0.4	
I _I	Input Current @ Max Input Voltage	V _{CC} = Max, V _I = 7V			100	μA
		V _{CC} = Max, V _I = 10V				
I _{IH}	HIGH Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 2.7V			20	μA
I _{IL}	LOW Level Input Current	V _{CC} = Max, V _I = 0.4V			-0.4	mA
I _{OS}	Short Circuit Output Current	V _{CC} = Max (Note 9), I _{OS} at BI / RBO	-0.3		-2.0	mA
I _{CC}	Supply Current	V _{CC} = Max			13	mA

Note 8: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.

Note 9: No more than one output should be shorted at a time, and the duration should not exceed one second.

Switching Characteristics

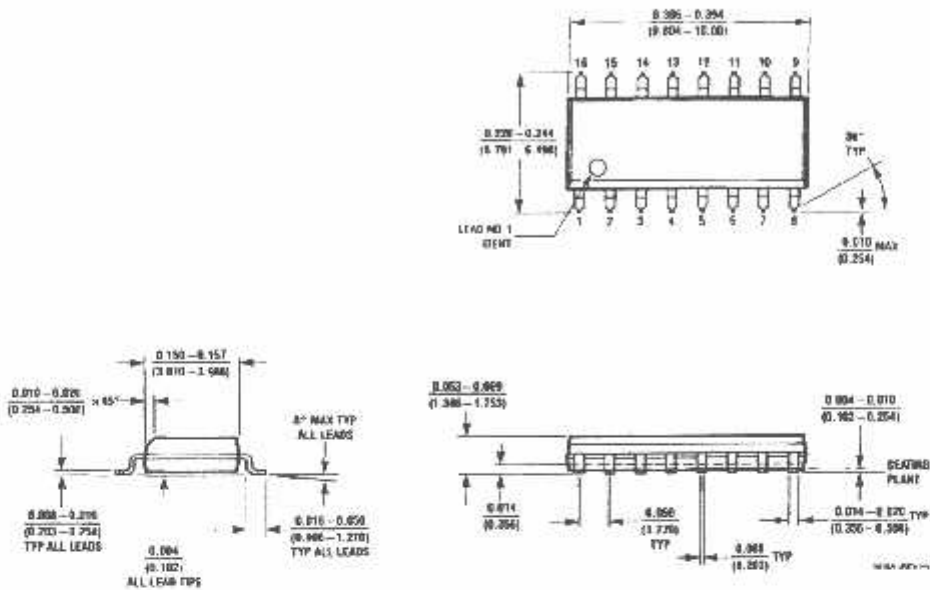
at V_{CC} = +5.0V, T_A = +25°C

Symbol	Parameter	Conditions	R _L = 685Ω		Units
			C _L = 15 pF		
			Min	Max	
t _{PLH}	Propagation Delay A _n to a - g			100	ns
t _{PHL}	Propagation Delay RBI to a - g (Note 10)			100	

Note 10: LT = HIGH, AO - A3 = LOW

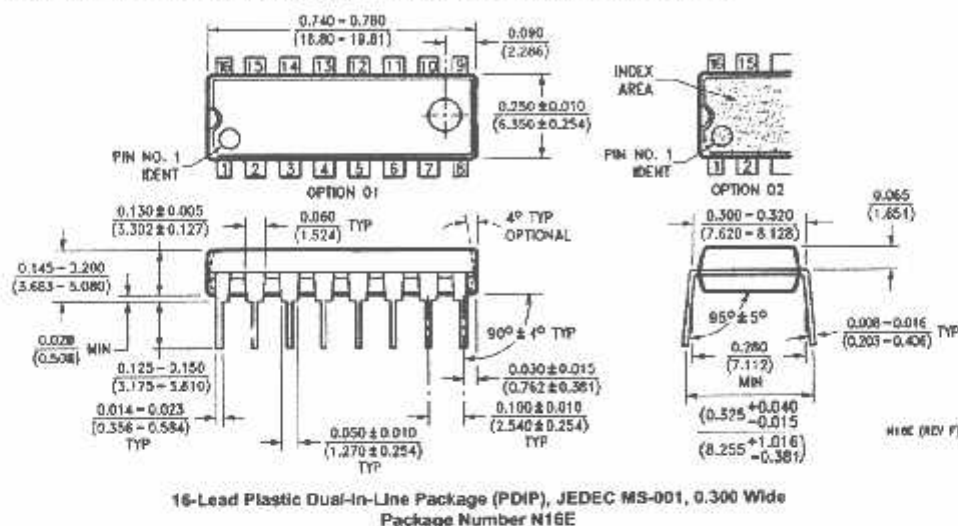
Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted

DM74LS47



16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150 Narrow
Package Number M16A

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Fairchild does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and Fairchild reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

LIFE SUPPORT POLICY

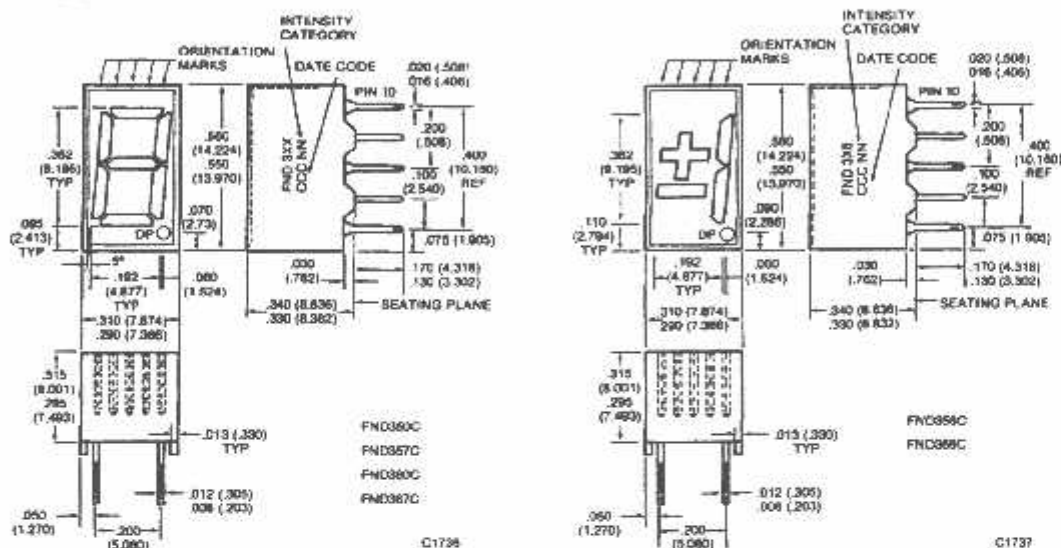
FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

www.fairchildsemi.com

**RED FND350C FND357C FND358C
HI-BRITE RED FND360C FND367C FND368C**

PACKAGE DIMENSIONS



DESCRIPTION

The FND35XC are red GaAsP/GaAs displays and FND36XC are hi-brite GaP/CaP displays. Both series are of nominal size of 0.362" in digit height and are of right hand decimal configuration.

FEATURES

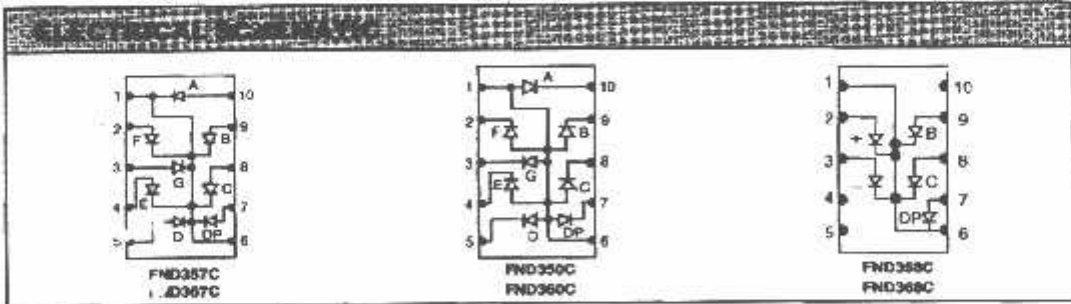
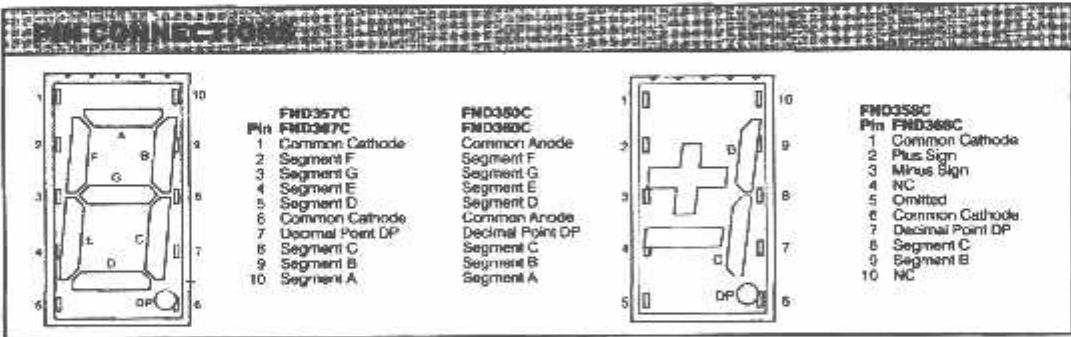
- Exactly pin and package compatible with FND3XX.
- Compact—10 digits in 3 inch panel width
- Right hand decimal configuration
- Wide viewing angle
- Categorized for luminous intensity
- Rugged encapsulated plastic construction

MODEL NUMBERS

PART NUMBER	COLOR	DESCRIPTION
FND350C	Red	Common anode seven segment display
FND357C	Red	Common cathode seven segment display
FND358C	Red	Common cathode ± 1 overflow display
FND360C	Hi-brite Red	Common anode seven segment display
FND367C	Hi-brite Red	Common cathode seven segment display
FND368C	Hi-brite Red	Common cathode ± 1 overflow display

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS				
	FND350C FND367C	FND358C	FND360C FND367C	FND368C
Power dissipation at 25°C ambient	400 mW	250 mW	320 mW	200mW
Continuous forward current				
Total	200 mA	125 mA	200 mA	125 mA
Per segment or decimal point	25 mA	25 mA	25 mA	25 mA
Reverse voltage				
Per segment or decimal point	6 V	6 V	6 V	6 V
Storage and operating temperature	-25° to +85°C			
Soldering time at 250°C (1/16 inch from the seating plane)	3 sec			

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS					
Parameter	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
Forward voltage - V _f (per diode)					
FND35XC		1.7	2.0	V	I _f =20 mA
FND36XC		2.1	2.6	V	I _f =20 mA
Luminous intensity - I _v					
FND35XC	240	450		ucd	I _f =20 mA
FND36XC	240	450		ucd	I _f =20 mA
Peak wavelength					
FND35XC		655		nm	I _f =20 mA
FND36XC		655		nm	I _f =20 mA
Reverse voltage - V _r	5			V	I _r =100 μA
Capacitance - C (per diode)		23		pF	V=0, F=1 MHz



TYPICAL ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTIC CURVES
($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless Otherwise Specified)

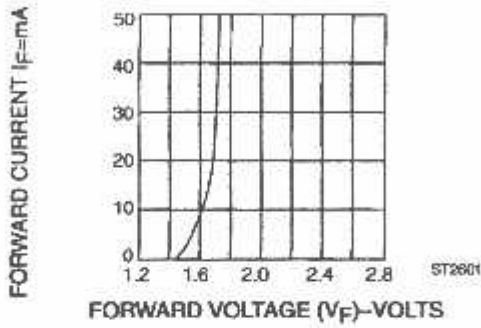


Fig. 1 Forward Current vs. Forward Voltage

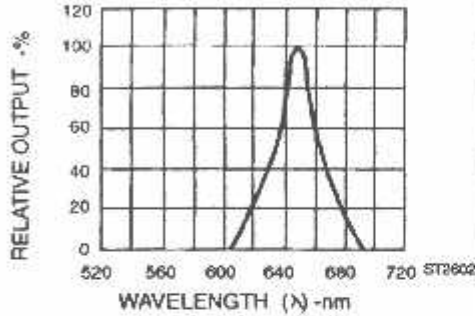


Fig. 2 Spectral Response

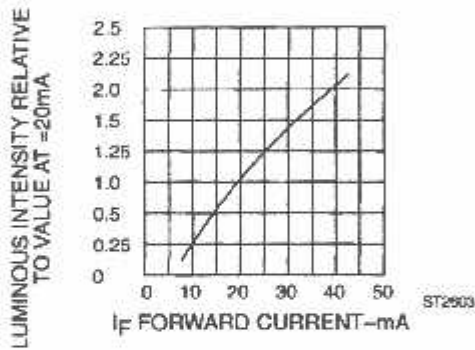


Fig. 3 Relative Luminous Intensity vs. Forward Current

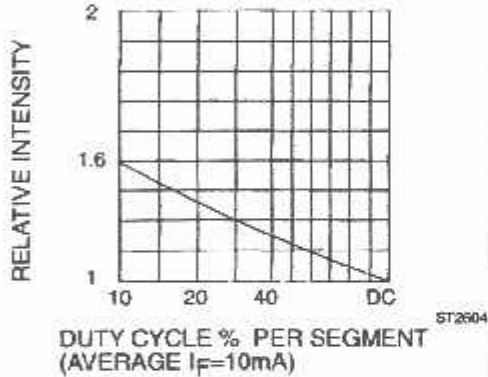


Fig. 5 Luminous Intensity vs. Duty Cycle

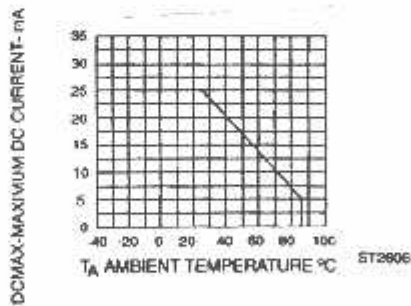


Fig. 4 Maximum Allowable DC Current Per Segment vs. A Function Of Ambient Temperature

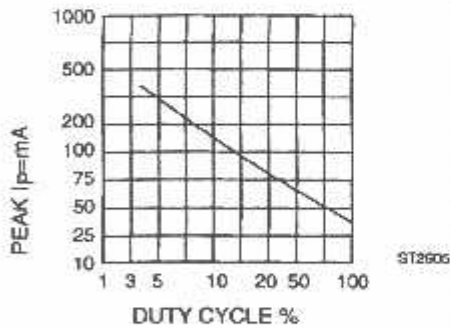


Fig. 6 Max Peak Current vs. Duty Cycle % (Refresh Rate 1=1 KHz)

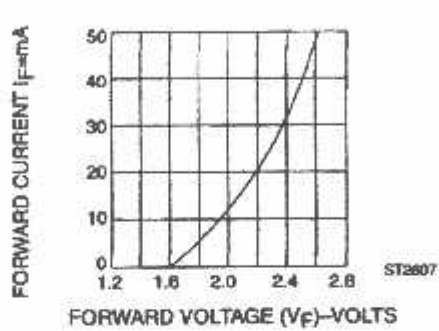


Fig. 1 Forward Current vs. Forward Voltage

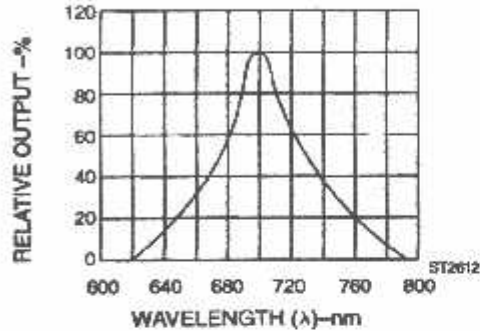


Fig. 2 Spectral Response

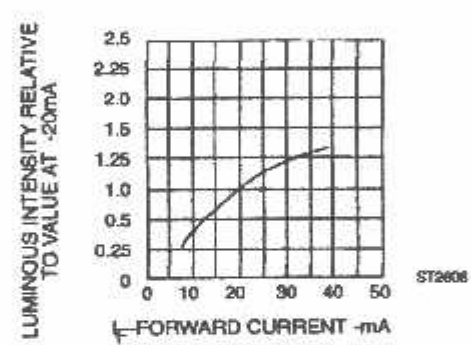


Fig. 3 Relative Luminous Intensity vs. Forward Current

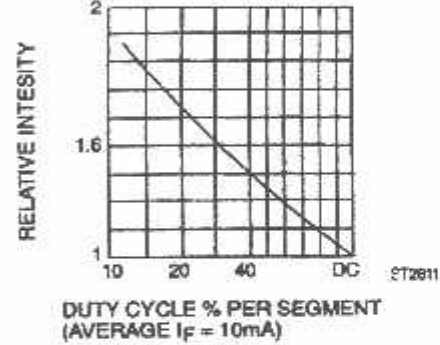


Fig. 5 Luminous Intensity vs. Duty Cycle

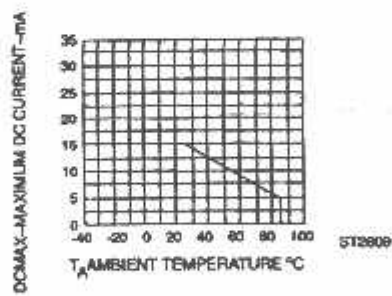


Fig. 4 Maximum Allowable DC Current Per Segment vs. A Function Of Ambient Temperature

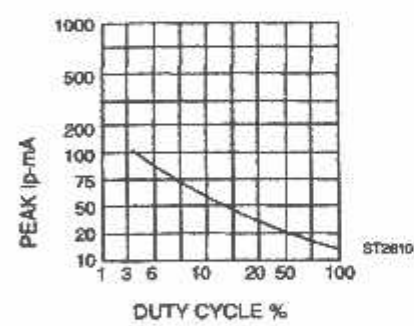


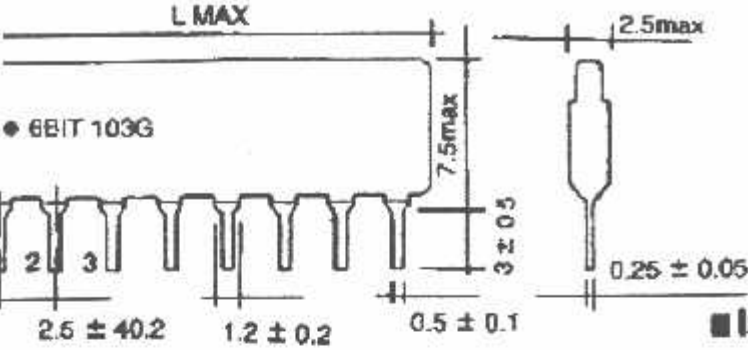
Fig. 6 Max Peak Current vs. Duty Cycle % (Refresh Rate $f=1\text{ KHz}$)

Clean the displays only in water, isopropanol, ethanol, freon TF or TE (or equivalent)

ensions

R/2R RESISTOR LADDER NETWORKS

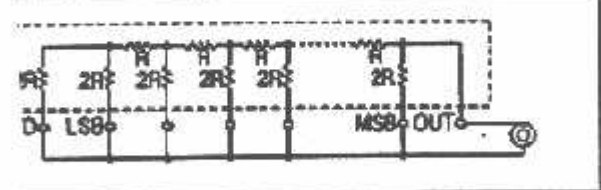
in One Indicated



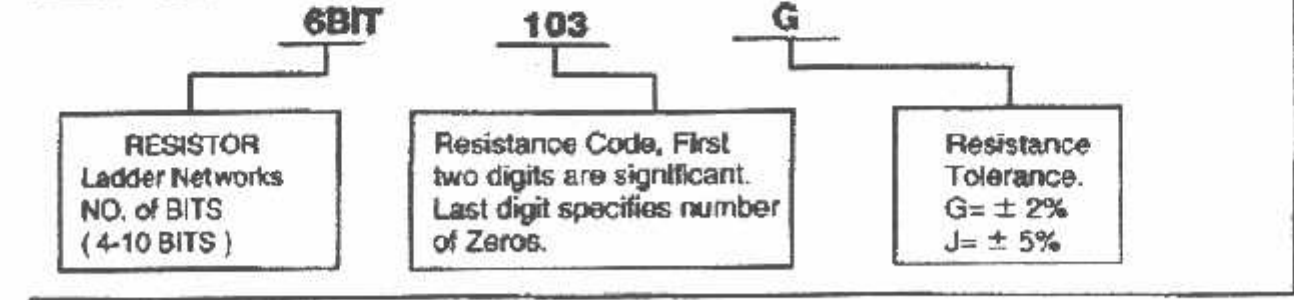
cifications

	Ratings
Power	30mW/Element
Working Voltage	20V
Temperature range	-55°C to +125°C
Resistance	R: 5KΩ, 10KΩ, 25KΩ, 50KΩ, 100KΩ
Resistance tolerance	G: ±2%, J: ±5%
Resistance ratio	±1/2LSBmax.
Resistance accuracy	±3.12%max(4Bit) ± 1.56% max(5Bit) ±0.78%max(6Bit) ± 0.99% max(7Bit) ±0.20%max(8Bit)
Output voltage	0 ± 200ppm/°C .Tracking± 50ppm/°C
Temperature coefficient	0 ± 30ppm/°C

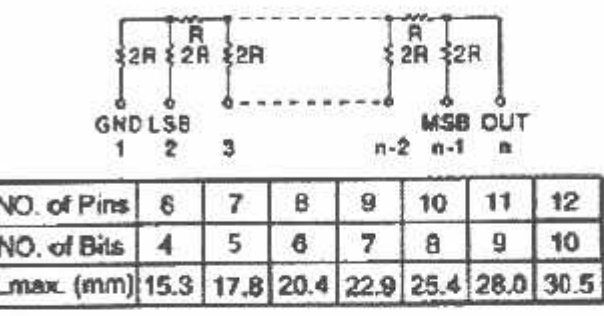
ut Impedance Test Circuit



lo And Test Circuit



Internal Circuit



Applications

R/2R Ladder Networks for D/A and A/D converter with bi-polar or CMOS switches

